

3100098010071

**PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN  
JARAK JAUH (WIRELESS) PADA PLANT  
PROCESS TRAINER**

**TUGAS AKHIR**



RSE  
621.3981  
Hil  
p-1  
1995

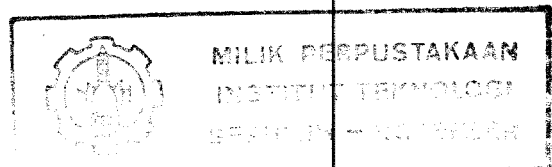
Oleh :

**ASJRUL HILAL**

**NRP. 288 220 1032**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**1995**



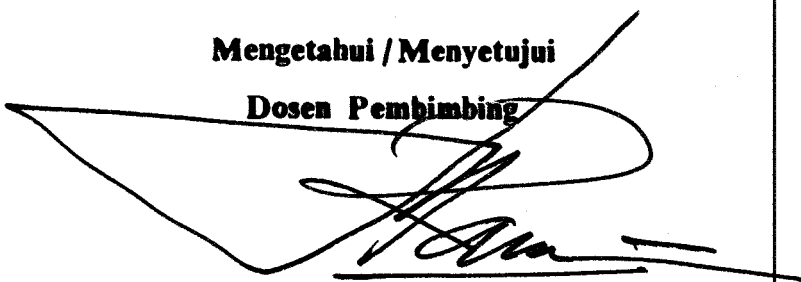
# **PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN JARAK JAUH (WIRELESS) PADA PLANT PROCESS TRAINER**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana  
Jurusan Teknik Elektro  
Pada  
Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Dr. Ir. Moch. Rameli, is written over the text 'Dosen Pembimbing' and extends across the signature line.

**DR. Ir. MOCH. RAMELI**

**SURABAYA  
JULI 1995**

## ABSTRAK

---

Teknik pengaturan berkepentingan untuk menganalisa dan merancang sistem yang mengarah ke tujuan tertentu, dan dalam sistem inilah maka kebijaksanaan, mekanisme pengaturan dan urutan kepentingan diarahkan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Dengan perkembangan teknologi dan pada kondisi-kondisi tertentu suatu sistem pengaturan jarak jauh melalui transmisi udara (wireless) sangat dibutuhkan. Dengan hadirnya sistem diatas maka banyak diperoleh keuntungan-keuntungan teknologi khususnya di kalangan industri. Kondisi suatu sistem dapat dianalisa dan diperbaiki dari jarak yang jauh menggunakan suatu komunikasi data antara dua terminal komputer, dengan mengubah data biner dari komputer menjadi sinyal-sinyal radio pada frekuensi tertentu.

Salah satu teknik pengaturan yang dikembangkan adalah sistem pengaturan adaptif, yaitu suatu sistem yang dapat mengukur penampilan secara kontinyu untuk suatu keadaan optimum tertentu, dan dapat secara otomatis memodifikasi parameter-parameter sistem sehingga keadaan optimumnya terpenuhi. Dengan salah satu teknik ini dilakukan simulasi pengaturan jarak jauh.

---

# **KATA PENGANTAR**

---

Bismillahirrohmanirrohiim

Alhamdulillah, hanya dengan perkenan dan hidayah Allah SWT semata tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata-1 pada Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dengan bobot 6 SKS.

Judul tugas akhir ini adalah :

## **PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN JARAK JAUH PADA PLANT PROCESS TRAINER**

Pada tugas akhir ini, dibahas tentang aplikasi komunikasi data paket untuk keperluan pengaturan plant jarak jauh, dengan modulasi frekuensi. Diharapkan bisa menambah khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penulis berharap semoga tugas akhir dapat bermanfaat bagi almamater tercinta, terutama rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, bangsa dan negara.

**Penulis**

# UCAPAN TERIMA KASIH

---

Ucapan terima kasih dan rasa syukur yang tak terhingga ini penulis sampaikan kepada Allah semata, hanya karena kasih sayangNya. Tugas akhir ini selesai. Kemudian kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu mulai dari proses persiapan hingga penyelesaian tugas akhir ini, secara khusus penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu, Kakak, Adik dan keluarga tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moril, menghibur, mendoakan dan selalu merindukan.
2. Bapak DR. Ir. Moch. Rameli, selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan pengarahan dan bimbingan untuk penulisan tugas akhir ini maupun hal-hal lain.
3. Ir. Karyadi MSc., selaku dosen wali yang telah banyak memberi nasihat.
4. Ir. Joko Susila, selaku dosen wali di Bidang studi pengaturan.
5. Saudara-saudara Karkun di Asy sya'adah, Baitul muttaqin, Asrama ITS, Haqqul yaqin, Al Ibrahim, Asem payung dan Arrahman.
6. Rekan-rekan bidang studi lain, Bp. Hendro, Lexy, Inayat, Riyanto sigit dan yang lain-lain yang telah mendukung dengan saran dan buku-buku.
7. Lab. B105 dan B405, bersama rekan-rekan Essam, Onny, Firda, Johar, Ewing, Rahmadi, dan yang mendahului maupun yang menyusul lulus dengan segala fasilitas yang mendukung selama menyelesaikan Tugas Akhir.

Mudah-mudahan Allah SWT membalas budi baik mereka serta memberikan hidayah serta inayahNya sehingga menjadi manusia selamat di dunia dan di akhirat, Amin.

20 Shafar 1415 H

17 Juli 1995

Asjrul Hilal

# DAFTAR ISI

Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Ruang Lingkup Dan Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika	2
<b>BAB II KOMUNIKASI DATA</b>	<b>4</b>
2.1 Umum	4
2.2 Transmisi Data	4
2.3 Metode Modulasi	5
2.4 Komunikasi Asinkron	6
2.5 Komunikasi Sinkron	8
2.6 Interface Serial RS-232C	9
2.6.1 Keterbatasan RS-232C	13
2.7 8250 UART	15
2.7.1 Penjelasan Pin-Pin 8250	16
2.7.2 Pemrograman 8250	22
2.7.2.1 Line Control Register	22
2.7.2.2 Divisor Latch Least/Most Significant Bit (DlL Dan Dlm)	24
2.7.2.3. Line Status Register	26
2.7.2.4. Interrupt Identification Register	28
2.7.2.5. Interrupt Enable Register (IER)	29

2.7.2.6. Modem Control Register .....	30
2.7.2.7. Modem Status Register .....	31
2.7.2.8. Receiver Buffer Register .....	32
2.7.2.9 Transmitter Holding Register .....	32
<b>BAB III IMPLEMENTASI SISTEM .....</b>	<b>33</b>
3.1. Perancangan Sistem Pengaturan .....	33
3.2. Penentuan Pengatur Dan Plant .....	34
3.2.1. Pengatur Adaptif Model Referensi .....	34
3.2.2. Karakteristik Plant .....	37
3.2.2.1. Gambaran Umum PT 326 .....	37
3.2.2.2. ADDA CARD PCL-712 .....	41
3.3. Modem .....	42
3.3.1. Hubungan DTE - DCE. ....	42
3.3.2. Konstruksi .....	46
3.3.3. Instalasi Radio .....	46
3.3.4. Perangkat Lunak .....	47
3.4. Perangkat Lunak Sistem .....	47
3.5. Identifikasi Sistem .....	50
3.5.1. Periode Sampling .....	50
3.5.2. Struktur Model dan Identifikasi .....	50
3.5.3. Hasil Identifikasi .....	51
3.6. Perancangan Implisit MRAC .....	52
3.6.1. Menentukan Model Plant .....	53
3.6.2. Merancang Sinyal Kendali u dengan Obyektif-obyektif Bebas .....	54
3.6.3. Merancang Algoritma Parameter Adaptasi .....	55
3.7. Simulasi .....	55
3.7.1. Memberikan Harga Awal Pada Parameter Theta .....	56
3.7.2. Memberikan Perubahan Input .....	56
3.7.3. Memberikan Harga Diagonal Minimum .....	56
3.7.4. Memberikan Harga Awal Pada Gain Adaptasi .....	57
3.8. Implementasi .....	57
3.8.1. Memberikan Harga Awal Pada Parameter Theta .....	58
3.8.2. Memberikan Perubahan Masukan .....	58



3.8.3. Memberikan Harga Diagonal Minimum .....	58
3.8.4. Memberikan Harga Awal Pada Gain Adaptasi .....	59
3.8.5. Memberikan Gangguan Pada Plant .....	59
<b>BAB IV. ANALISA ALAT .....</b>	<b>60</b>
4.1. Penghitungan Waktu Transmisi .....	60
4.2. Perhitungan Frekuensi Modulasi .....	61
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>
5.1. Kesimpulan .....	62
5.2. Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>A-1</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>B-1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Macam-Macam Modulasi. ....	6
Gambar 2.2. Format Transmisi Data Serial Asinkron. ....	7
Gambar 2.3. Format Data Serial Sinkron. ....	8
Gambar 2.4. Konektor RS-232C. ....	9
Gambar 2.5. Konektor RS-232 DB-9. ....	9
Gambar 2.6. Hubungan RS-232 Paling Sederhana. ....	13
Gambar 2.7. Bentuk Umum Hubungan RS-232. ....	13
Gambar 2.8. Konfigurasi Pin-Pin 8250 Uart. ....	15
Gambar 2.9. Line Control Register. ....	23
Gambar 2.10. Divisor Latch Least Significant Bit (Dll). ....	25
Gambar 2.11. Divisor Latch Most Significant Bit (Dlm). ....	25
Gambar 2.12. Line Status Register. ....	27
Gambar 2.13. Interrupt Identification Register. ....	29
Gambar 2.14. Interrupt Enable Register. ....	30
Gambar 2.15. Modem Control Register. ....	30
Gambar 2.16. Modem Status Register. ....	31
Gambar 2.17. Receiver Buffer Register. ....	31
Gambar 2.18. Transmitter Holding Register. ....	32
Gambar 3.1. Sistem Pengaturan Secara Langsung. ....	
Gambar 3.2. Sistem Pengaturan Jarak Jauh Dengan Sepasang HT. ....	34
Gambar 3.3. Implisit Mrac. ....	36
Gambar 3.4. Diagram Blok Process Trainer PT 326 ....	38
Gambar 3.5. Blok Diagram TNC. ....	43
Gambar 3.6. Blok Diagram TNC Dengan KISS. ....	44
Gambar 3.7. Sistem Pengaturan Jarak Jauh Keseluruhan. ....	48
Gambar 3.8. Diagram Alir Program Pengaturan Jarak Jauh. ....	49
Gambar 3.9. Tracking Dan Regulasi Dengan Objektif Bebas. ....	54
Gambar A.1. Rangkaian Jadi Modem	A-1
Gambar A.2. Susunan Terminal Jaringan	A-1
Gambar A.3. Keseluruhan Sistem Pengaturan Jarak Jauh	A-2
Gambar B.1. Rangkaian Elektronika Modulator Demodulator	B-2

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Konektor RS-232C Dan Definisi Pin-Pinnya .....	10
Tabel 2.2. Keterangan Pin RS-232 DB-9. ....	10
Tabel 2.3. Kondisi A0, A1, A2 Untuk Pemilihan Register 8250 .....	18
Tabel 2.4. Kondisi Reset Komunikasi Asinkron .....	20
Tabel 2.5. Pengaksesan Register-Register 8250 .....	22
Tabel 2.6. Kombinasi Bit 1 Dan Bit 0 Dari LCR .....	23
Tabel 2.7. Angka-Angka Pembagi Pada Frekuensi Clock 2 Mhz .....	26
Tabel 2.8. Kombinasi Bit 0, 1 Dan 2 Pada IIR .....	29

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG.

Kemajuan teknologi yang demikian pesat telah meninggalkan cara-cara konvensional dalam proses-proses industri dan banyak memanfaatkan komputer untuk mengendalikan proses-proses tersebut. Dengan adanya teknologi telekomunikasi, maka perkembangan baru pada sistem pengaturan proses, di mana komputer sebagai pengendali proses harus mengatur plant-plant yang berada jauh dari pengaturnya yang tidak mungkin dihubungkan dengan kabel.

Pengaturan plant dari jauh memerlukan suatu algoritma pengendali yang mampu menjaga performansi optimal tanpa dipengaruhi oleh perubahan lingkungannya. Salah satu pengatur yang bisa memenuhi kriteria tersebut adalah Sistem Pengatur Adaptif yang secara kontinyu dan otomatis mengukur karakteristik dinamik plant, membandingkannya dengan karakteristik dinamik yang diinginkan dan menggunakan selisihnya untuk mengubah parameter-parameter sistem yang diatur.

Dalam merancang sistem pengaturan, pengiriman sinyal merupakan suatu permasalahan tersendiri, sehingga teknologi telekomunikasi memberikan arti yang sangat besar bagi perancangan sistem pengaturan.

Pokok pembahasan dalam tugas akhir ini adalah merancang pengatur yang lebih baik pada sistem pengaturan secara *wireless*.

### 1.2 TUJUAN.

Pada tugas akhir ini ditetapkan tujuan sebagai berikut :

1. Penerapan sistem pengaturan plant dengan media transmisi gelombang radio pada modul *Process Trainer* tipe PT-326.

2. Mempelajari unjuk kerja sistem pengatur adaptif pada sistem pengaturan jarak jauh (*telecontrol*).

### 1.3 RUANG LINGKUP DAN PEMBATASAN MASALAH.

Dalam perencanaan ini hanya ditekankan pada realisasi suatu sistem pengaturan di mana antara unit pusat pengendali dan plant dihubungkan oleh gelombang radio. Sistem ini diterapkan pada modul *Process Trainer* PT 326. Untuk mendapatkan suatu penampilan yang lebih baik dilakukan dengan merancang suatu algoritma pengatur yang lebih tepat untuk sistem dan menerapkan metode-metode optimasi.

Perancangan sistem ini akan dimulai dengan pengidentifikasian model matematis untuk proses dalam modul *Process Trainer* PT 326. Selanjutnya dirancang suatu algoritma pengatur dengan menyesuaikan pada kemampuan yang ada pada perangkat keras.,

Untuk menguji kemampuan sistem, dilakukan uji banding dengan sistem pengendalian secara langsung (pengendalian dengan media transmisi kabel) dan juga dengan pangatur PID. Sistem dianggap memberikan unjuk kerja yang baik jika mampu memberikan hasil seperti pada pengendalian secara langsung.

### 1.4 SISTEMATIKA.

Tugas Akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab yang terbagi lagi dalam beberapa anak bab. Perincian bab-bab tersebut adalah sebagai berikut.

- ♦ Bab II merupakan teori-teori sistem pengaturan adaptif. Terdiri atas pendahuluan dan perancangan adaptif implisit MRAC.

- ♦ Bab III khusus membahas dasar-dasar sistem komunikasi data yang meliputi transmisi data, metode modulasi, komunikasi asinkron, komunikasi sinkron, RS-232C *serial interface* dan 8250 UART.
- ♦ Bab IV membahas implementasi sistem, yang terdiri atas perancangan perangkat lunak dan perangkat keras, perhitungan waktu proses pengendalian, karakteristik plant, ADDA card PCL-712, perancangan *Implicit MRAC*, simulasi dan implementasinya.
- ♦ Bab V berisi pembahasan atas hasil pengujian dan analisa hasil perancangan.
- ♦ Bab VI merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran-saran.

## BAB II

### KOMUNIKASI DATA

#### 2.1 UMUM

Di dalam bab ini akan dibahas mengenai teori dasar komunikasi data serial baik komunikasi asinkron maupun sinkron *serial interface* RS 232-C dan hal-hal yang dianggap menunjang sistem ini.

#### 2.2. TRANSMISI DATA

Transmisi adalah suatu perpindahan informasi dari suatu tempat ke tempat lainnya. Suatu sistem transmisi yang lengkap terdiri atas suatu pemancar atau *transmitter* media transmisi di mana informasi ditransmisikan dan penerima atau *receiver* yang menghasilkan salinan *keluaran* informasi pada tempat tujuan. Pada waktu perpindahan informasi melewati transmisi akan terdapat gangguan seperti bising atau *noise* serta sinyal-sinyal interferensi lain.

Dalam transmisi data dikenal tiga istilah yaitu *Simplex*, *Half-Duplex* dan *Full-Duplex*<sup>1)</sup>. Pada transmisi data *Simplex* data hanya dikirim dalam satu arah, sedang pada transmisi data *Half-Duplex* data ditransmisikan dalam dua arah tetapi secara bergantian. Transmisi data *Full-Duplex* merupakan transmisi data dua arah di mana data diterima sistem sekaligus mengirimkan data dalam waktu yang sama.

Berdasarkan bentuk sinyal yang dikirim transmisi dibagi menjadi dua yaitu transmisi *analog* dan transmisi *digital*. Transmisi *analog* adalah transmisi sinyal secara kontinyu seperti sinyal bunyi atau suara. Transmisi *analog* sangat peka terhadap *noise* dan distorsi. Transmisi *digital* adalah transmisi sinyal yang berupa aliran pulsa *ON* dan *OFF*. Pulsa tersebut dikenal dengan sebutan *binary*

---

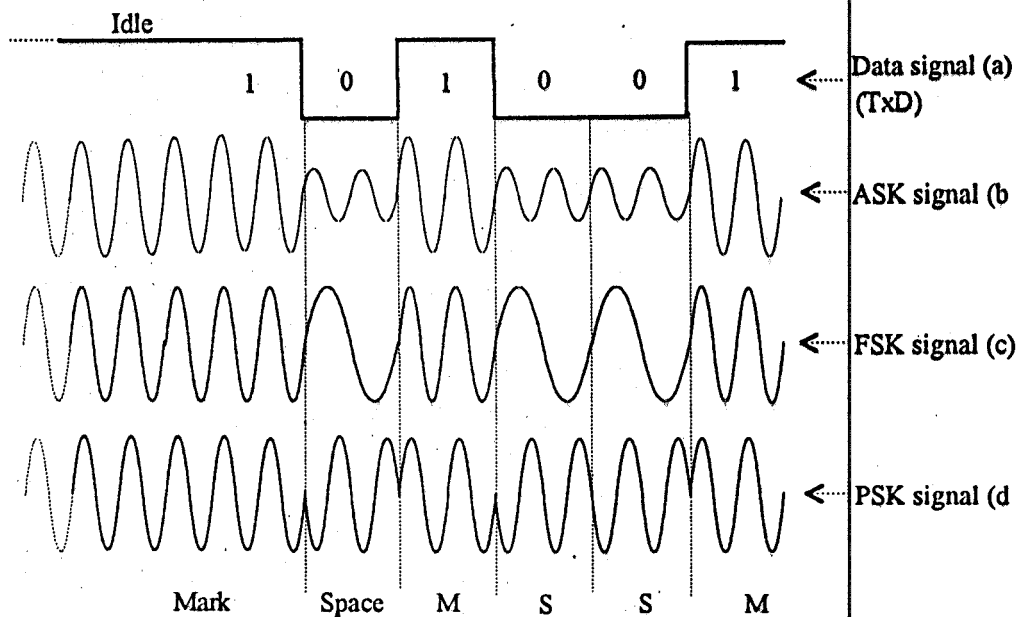
<sup>1)</sup> Hall, Douglas V., *Microprocessor and Interfacing: Programming and Hardware*, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987, hal. 442.

*digit* (bit). Sistem transmisi data dapat menggunakan transmisi *analog* maupun *digital*. Pada komunikasi data melalui kabel telephone sinyal digital pada komputer harus diubah menjadi sinyal *analog* terlebih dahulu.

### 2.3. METODE MODULASI

Pada dasarnya ada tiga metode modulasi data ke gelombang pembawa. Cara yang pertama adalah modulasi amplitudo (*Amplitudo Modulation AM*), amplitudo gelombang pembawa divariasikan relatif terhadap pola bit yang ditransmisi. Bentuk paling sederhana adalah *ON-OFF keying*. Di sini logika '1' ditransmisikan sebagai level rendah (*OFF*) dan logika '0' sebagai level tinggi (*ON*). Seperti terlihat pada gambar 2.1 b. Metode kedua berupa bentuk sederhana dari modulasi frekuensi (FM) yang disebut *Frequency Shift Keying* (FSK). Pengiriman logika '1' atau logika '0' dilakukan dengan berpindah-pindah antara frekuensi yang lebih rendah ke frekuensi yang lebih tinggi. Tentunya kedua frekuensi tersebut harus berada di dalam frekuensi jalur. Metode ketiga adalah modulasi fase (PM). Untuk mengirim sebuah logika '0', gelombang pengirim data menghasilkan fase 180 misalnya dan bila mengirim logika '1', fase yang dihasilkan berubah. Seperti terlihat pada gambar 2.1 d.





Gambar 2.1.<sup>2)</sup> Macam-Macam Modulasi.

Dalam suatu sistem komputer mikro, transmisi data selalu dilaksanakan secara paralel. Karena hal tersebut merupakan cara yang tercepat yang masih dapat dilakukan. Namun untuk transmisi jarak jauh, komunikasi data paralel akan membutuhkan banyak kabel, sehingga akan menimbulkan pemborosan. Oleh karena itu, transmisi data dengan jarak jauh data yang akan dikirimkan diubah dari bentuk paralel menjadi serial, sehingga data tersebut dapat dikirimkan hanya melalui sepasang kabel. Data yang diterima kemudian diubah kembali ke dalam bentuk paralel sehingga data tersebut dengan mudah dilewatkan pada *bus* komputer.

## 2.4. KOMUNIKASI ASINKRON

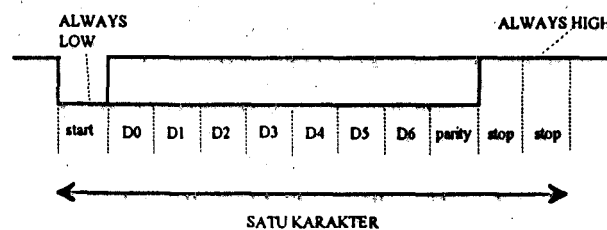
Komunikasi asinkron harus dioperasikan pada kecepatan yang sama antara kedua sisi hubungan. Kecepatan transmisi data diukur dalam satuan *bit per second* (bps).

<sup>2)</sup> Paul Bates, P. Eng., Practical Digital And Data Communications with LSI Applications, Prentice Hall, Inc, New Jersey, 1987, hal. 88.

Pada transmisi serial ini data dikirimkan satu *bit* demi satu *bit* dalam bentuk kode biner, sebagai contoh untuk data yang setiap karakternya terdiri dari 8 bit maka 8 bit data ini akan dikirimkan satu per satu. Demikian pula pada sisi penerima karakter juga diterima 8 bit data satu per satu. Pada pengiriman data secara serial harus dilakukan sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dengan penerima agar data yang dikirimkan dapat ditafsirkan secara tepat dan benar oleh penerima. Jadi dapat dikatakan fungsi sinkronisasi adalah:

- agar penerima dapat mengetahui dengan tepat bilamana sinyal yang diterima merupakan bit dari suatu data (sinkronisasi bit).
- agar penerima dapat mengetahui dengan tepat bit data yang membentuk sebuah karakter (sinkronisasi karakter).

Pada gambar 2.2 menunjukkan sinyal 300 bps, waktu yang dibutuhkan untuk mengirim setiap karakter adalah 3,33 milidetik (1300 detik). Istilah baud juga digunakan selain bps. Secara teknis baud tidak sama dengan bps, tetapi dalam standar industri kedua pengertian tersebut mempunyai pengertian sama.



Gambar 2.2. Format Transmisi Data Serial Asinkron.

Setiap data karakter mempunyai *start bit* dan 1, 1/2 atau 2 *bit* yang berfungsi sebagai *stop bit*. Selain itu setiap data karakter juga dilengkapi dengan *bit parity* yang berfungsi untuk mendeteksi kesalahan data yang terjadi pada saat transmisi. Awal dari suatu data karakter ditunjukkan dengan adanya transisi dari keadaan *mark* menuju keadaan *space* selama waktu satu *bit*.

Setelah *start bit*, bit-bit data dikirimkan satu persatu secara bergantian. Data dapat berisi 5, 6, 7 atau 8 bit tergantung pada sistem yang ada. Setelah itu sinyal data akan berlogika '1' atau *mark* selama paling sedikit waktu 1 *bit* untuk menunjukkan bahwa data karakter sudah berakhir yang merupakan *stop bit*.

## 2.5. KOMUNIKASI SINKRON

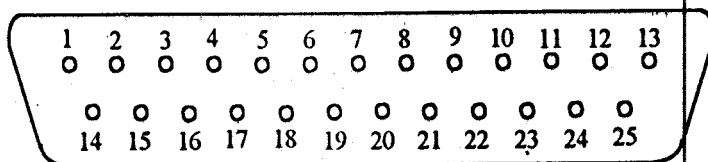
Pada komunikasi sinkron tidak ada penambahan *start* atau *stop bit*, karena sinkronisasi dengan penerima dilakukan dengan cara lain. Data dikirimkan dalam bentuk blok-blok data. Untuk sinkronisasi, ditambahkan dua atau lebih karakter sinkronisasi di depan karakter pemula. Jika stasiun penerima telah sinkron *bit*-nya maka semua *bit* karakter sinkronisasi bisa diterima. Pada tahap ini dilakukan pengecekan ke *register* penerima untuk melihat apakah *register* tersebut telah memuat *synchronisation character code* (SYN). Bila sudah ada karakter sinkronisasi di *register* berarti *bit* berikutnya yang akan tiba merupakan *bit* pertama karakter berikutnya. Sehingga dengan demikian untuk kode delapan *bit*, satu karakter lengkap akan diterima delapan baud kemudian. Berikutnya yang akan ditransmisikan kemungkinan adalah karakter untuk pengecekan dan pengolahan. Pelacakan karakter SYN dipakai untuk menolkan bit penghitung (*counter bit*) yang kemudian akan memberikan sinyal adanya karakter baru setelah jarak delapan baud. Dengan cara inilah semua karakter dari satu blok diterima. Setiap pesan untuk transmisi harus didahului dengan sejumlah karakter sinkronisasi.



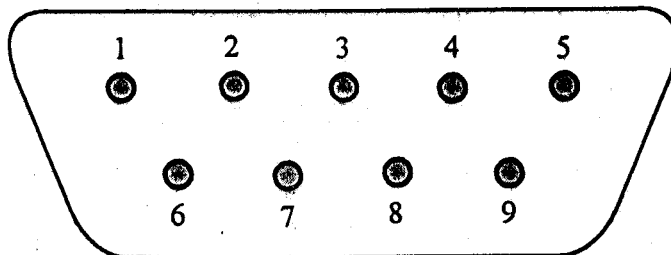
Gambar 2.3. Format Data Serial Sinkron.

## 2.6. INTERFACE SERIAL RS-232C

RS-232C adalah *interface* (antarmuka) antara *Data Terminal Equipment* (DTE) dan *Data Communication Equipment* (DCE). Karakteristik mekanik dari antarmuka RS-232C menggunakan konektor DB-25 (konektor DB-9 *pin* untuk komputer PC AT). Bentuk mekanik konektor DB-25 diperlihatkan pada gambar 2.4. Panjang kabel maksimum yang diperkenankan adalah 50 feet (15m), sedang kapasitansi kabel maksimum adalah 2500 pF. Pada tabel 2.1. ditunjukkan penomoran dan penamaan dari setiap pin-pin RS-232 C.



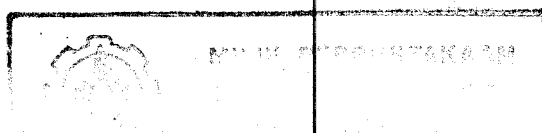
Gambar 2.4. Konektor RS-232C.



Gambar 2.5. Konektor RS-232 DB-9.

**Protective ground (Gnd) dan signal ground (SG) :**

Pin 1 dihubungkan ke badan peralatan dan dihubungkan ke pembungkus kabel yang digunakan. Kabel bungkus yang ditanahkan digunakan untuk mengurangi interferensi *noise* frekuensi tinggi. Pin 7 merupakan sinyal *ground* referensi untuk semua pin, sehingga sangat penting. *Interface* tidak



dapat bekerja tanpa ini sebab sinyal-sinyal yang ada belum terlengkapi. Untuk konektor DB-9 berada di pin 5.

Tabel 2.1. Konektor RS-232C Dan Definisi Pin-Pinnya

No	KODE	FUNGSI	No	KODE	FUNGSI
1	-	Protective Case Earth	13	SCTS	Secondary CTS
2	TxD	Transmit data	14	STxD	Secondary TxD
3	RxD	Receive data	15	-	Transmit Timing
4	RTS	Request to send	16	SRxD	Secondary RxD
5	CTS	Clear to Send	17	-	Receive Timing
6	DSR	Data Set Ready	18	-	Unassigned
7	-	Signal earth	19	SRTS	Secondary RTS
8	DCD	Data Carrier Detect	20	DTR	Data Terminal Ready
9	-	Testing	21	-	Signal Quality Detector
10	-	Testing	22	-	Ring Indicator
11	-	Unassigned	23	-	Data Signal Read Select
12	SDCD	Secondary DCD	24	-	Transmit Timing
			25	-	Unassigned

Tabel 2.2. Keterangan Pin RS-232 DB-9.

No. pin	Kode	Fungsi
1	DCD	Data Carrier Detect
2	RxD	Receive data
3	TxD	Transmit data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	Sinyal Earth
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to send
8	CTS	Clear To send
9	-	Ring indicator

Salah satu kesulitan dari RS-232C adalah penggunaan kabel *grounding* yang terpisah. Sebagai contoh penggunaan kabel RS-232C di antara dua peralatan yang terpisah di mana *Protective Ground* terbuka, sedang *Signal Ground* dihubungkan pada setiap ujung keluaran terminal. Masalah akan terjadi karena adanya perbedaan potensial *ground* diantara kedua ujung tersebut, dan hambatan di kabel menyebabkan perbedaan potensial pada pin 7 pada ujung

satu dan pin 7 pada ujung yang lainnya. Jika perbedaan ini cukup besar akan menyebabkan kesalahan dalam penerimaan data.

#### **Transmitted Data (TD) dan Received Data (RD) :**

*Data Terminal Equipment* mengirimkan data melalui pin 2 dan menerima data melalui pin 3. Sedang *Data Communication Equipment* (DCE) kirim pada pin 3 dan terima pada pin 2. *Level* sinyal RS-232C bukan *level* TTL, tegangan positif antara 5 hingga 15 volt merepresentasikan logika 0 sedang tegangan negatif antara -5 hingga -15 volt merepresentasikan logika 1.

#### **Request to send (RTS) dan Clear to send (CTS) :**

Terminal tidak dapat mengirim sebelum *Clear to Send* (CTS) diterima DCE. Sedang *Request to Send* (RTS) berfungsi sebagai pemberitahuan persiapan akan ada pengiriman data.

#### **Data Set Ready (DSR) dan Data Terminal Ready (DTR) :**

*Data Set Ready* (*Modem Ready*) digunakan untuk memberikan petunjuk pada DTE bahwa modem telah dihubungkan dan dihidupkan dan bukan di mode tes. *Data Terminal Ready* (DTR) digunakan untuk memberitahu DCE bahwa DTE telah dihidupkan dan siap beroperasi. Pada aplikasi dial-data, *Data Terminal Ready* digunakan untuk membuat keadaan persamaan dengan *on-hook*. Jika digunakan untuk modem *mode auto answer*, DTR merupakan *ring indicator* untuk memberitahukan modem untuk menjawab panggilan kembali.

#### **Received Line Signal Detector (DCD atau CD) :**

Sinyal ini biasa dinamakan *Data Carrier Detect* (DCD) atau *Carrier Detect* (CD). Modem menentukan DCD ketika menerima sebuah sinyal dari terminal yang menandakan terminal siap beroperasi. Beberapa DTE memerlukan sebuah sinyal sebelum kirim atau terima data, dengan alasan ini

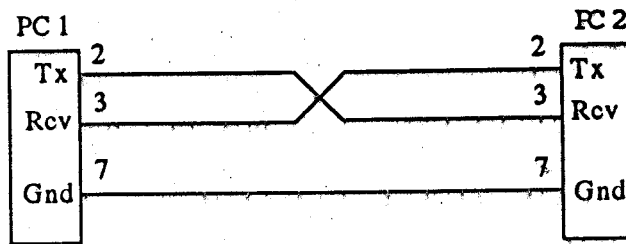
penggunaan pin 8 selalu dihubungkan dengan pin 20 (DTR) yang berguna untuk menentukan bahwa DTE telah dihidupkan atau siap.

#### Ring Indicator (RI) :

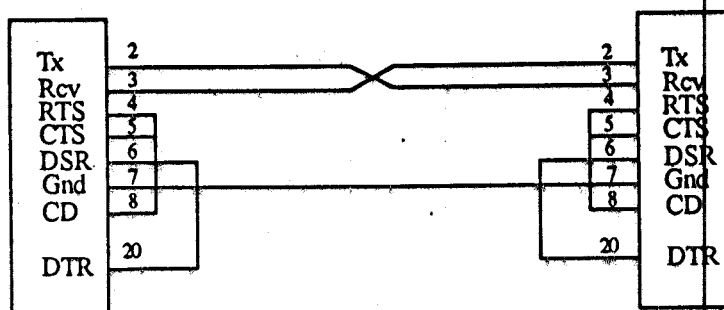
Sinyal RI menyatakan bahwa DCE memberitahukan DTE bahwa *phone* berbunyi. Hampir semua modem didesain dengan menghubungkan ke jaringan telepon secara langsung. Hal ini berarti modem dapat menggunakan standar pensinyalan tegangan ringing memberitahukan ringing ke DTE dan menjawab (kondision *hook*) saat berbicara dengan DTE. Pin 22 diterima DCE ketika menerima sinyal ringing. RI akan benar (on) saat ada tegangan ringing sedang diantara ringing kondisi RI adalah salah (off). DTE menjawab panggilan telepon melalui modem melalui pin 20 (DTR). Kesepuluh pin yang disebutkan di atas sesuai dengan standar komunikasi serial asinkron RS-232C . Sedang pin-pin yang lain tidak mutlak ada karena mempunyai fungsi yang sama dengan pin-pin di atas (bersifat sekunder) dan sebagian untuk komunikasi sinkron.

Untuk komunikasi antar komputer tanpa modem (*null modem*) dengan RS-232C, hanya 8 sinyal yang diperlukan yaitu sinyal-sinyal TxD, RxD, RTS, CTS, DSR, Gnd, CD dan DTR.

Hubungan pin-pin RS-232C untuk komunikasi antar komputer tanpa modem secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.6. Namun hubungan seperti tersebut tidak bisa digunakan pada setiap program komunikasi. Pin-pin RTS, CTS, DSR, CD dan DTR adalah sinyal yang dipakai untuk proses *hand-shaking* antara modem atau peralatan lain dengan komputer.



Gambar 2.6. Hubungan RS-232 Paling Sederhana.



Gambar 2.7. Bentuk Umum Hubungan RS-232.

Beberapa program komunikasi akan memantau keadaan sinyal pada pin-pin tersebut dan hanya akan bekerja jika keadaan memenuhi syarat. Untuk itu maka hubungan RS-232C tanpa modem secara umum ditunjukkan pada gambar 2.6.

#### 2.6.1. KETERBATASAN RS-232C

Ada beberapa keterbatasan dari RS-232C di antaranya adalah :

##### 1. Batas Jarak

Problem utama dari RS-232C adalah keterbatasan jaraknya yang hanya 50 feet (15 m). Dengan kabel yang terlalu panjang laju data yang tinggi akan kehilangan data. Batas jarak tidaklah terlalu mengalami kerugian yang serius jika menggunakan modem yang terkoneksi dengan *line* telepon atau radio *tranceiver*. Transmitter RS-232C menghasilkan tegangan antara 5 s/d 25 untuk



keadaan *space* dan tegangan antara -5 s/d -25 untuk keadaan *mark*. Tingkat tegangan ini tidaklah sama dengan dengan tingkat tegangan yang dipakai komputer atau terminal yang menggunakan standard logika TTL atau MOS. Hal ini berarti membutuhkan *power supply* tambahan ( 12 volt) untuk mengatasi tingkat RS-232C tersebut. Penerima RS-232C hanya mau mengakui tegangan diatas 3 volt sebagai *space* dan tegangan dibawah -3 volt sebagai *mark*. Ketika sinyal berubah dari satu kondisi ke kondisi lainnya batas spesifikasi panjang waktu yang tak terdefinisi adalah 4% dari sebuah perioda bit. Sebenarnya panjang kabel yang ditentukan tergantung besarnya kapasitansi *stray* pada kabel yang menentukan *rise time* atau *transition time* dari sinyal. RS-232C membatasi kapasitansi *stray* tidak melebihi 2500 pF. Jadi jika kabel RS-232C mempunyai kapasitansi 40 hingga 50 per *foot* maka batas panjang kabel RS-232C adalah 50 *feet* ( $2500/50 = 50$ ).

## 2. Kecepatan Transmisi Data

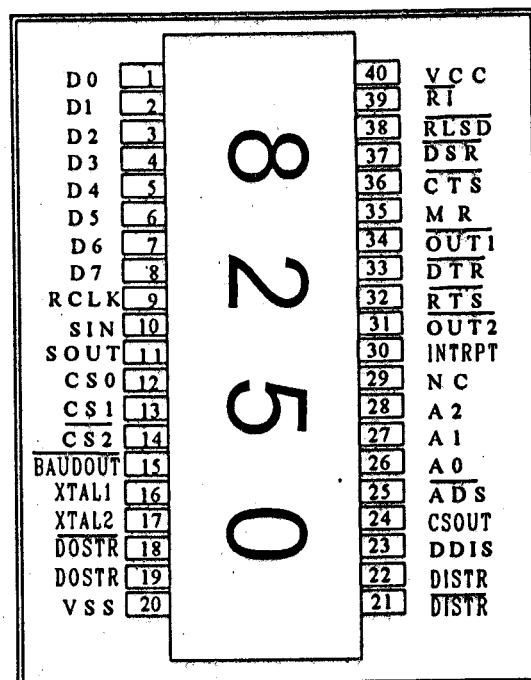
Batas kecepatan transmisi maksimum RS-232C adalah 20000 bps. Laju data antara komputer dan terminal yang terbaik adalah 9600 bps. Jadi amat sulit dan mahal memancarkan data yang tinggi (didas 9600 bps) melalui jaringan telepon.

## 3. Level Ground

Kerugian ketiga dari RS-232C adalah masalah *grounding*. Masalah utama sebenarnya bukan terletak pada *grounding* dengan *chassis* akan tetapi sinyal kontrol dan data menggunakan referensi sinyal *ground* yang sama (pin 7) maka terjadi perbedaan tegangan (*unbalanced transmission*). Jika terjadi perbedaan potensial antara kedua ujung kabel maka pada sinyal akan terjadi kesalahan interpretasi.

## 2.7 8250 UART

Dalam melakukan komunikasi asinkron pada IBM PC digunakan suatu *asynchronous communication adapter*, yang disebut 8250 UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). Adapter tersebut berisikan chip INS8250 atau ekivalennya. Konfigurasi pin-pin 8250 diperlihatkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konfigurasi Pin-Pin 8250 Uart..

*Adapter Chip* ini menyediakan *clock baud rate* yang dapat diprogram untuk menghasilkan berbagai *baud rate* dari 50 hingga 9600. Selain itu juga menyediakan lima, enam, tujuh atau delapan bit karakter dengan 1, 1/2 atau 2 stop bit. Sebuah rangkaian internal disediakan untuk mempermudah pengoperasian dengan interupsi.

8250 memiliki 10 *register* 8 bit yang dapat diprogram tetapi 10 *register* tersebut diakses lewat 7 *port address*. Untuk sebuah komunikasi serial yang sederhana hanya 6 *register* bisa dipergunakan. *Transmitter holding register*

untuk menampung data yang baru diterima. *Line control register* dan *line status register* digunakan menginisialisasi dan memantau 8250. Dua buah *register* lain yang penting adalah *baud rate divisor* (*low* dan *high byte*) yang berguna untuk menentukan *baud rate*. Sisa 4 *register* yang belum disebut adalah *register* untuk *modem control* dan *modem status* yang berguna untuk operasi 8250 dengan modem.

### 2.7.1 PENJELASAN PIN-PIN 8250

Pin-pin 8250 dikelompokkan dalam tiga bagian yaitu pin-pin *input output* dan pin-pin masukan/keluaran.

#### PIN-PIN MASUKAN

Chip Select ( CS0 CS1 CS2 ), pin 12 - 14 :

Apabila CS0 dan CS1 berlogika '1' serta CS2 berlogika '0', maka 8250 akan bekerja. Proses *chip select* ini terjadi jika sinyal *chip select* yang telah terdekode di *latch* dengan aktif pin masukan ADS (*Address Strobe*).

Data Input Strobe (DISTR, DISTR ), pin 22 dan 21 :

Logika '1' pada pin DISTR atau logika '0' pada pin DISTR ketika *chip* bekerja akan menyebabkan CPU dapat membaca status informasi atau data dari *register* yang dipilih pada 8250. Karena hanya salah satu pin yang aktif (DISTR atau DISTR ) untuk operasi pembacaan data tersebut, maka masukan DISTR dihubungkan pada ground atau pin DISTR pada Vcc apabila tidak digunakan.

Data Output Strobe ( DOSTR, DOSTR ), pin 19 dan 18 :

Logika '1' pada pin DOSTR atau logika '0' pada pin DOSTR ketika *chip* enable menyebabkan CPU dapat menulis data atau control word pada *register*

yang dipilih pada 8250. Karena hanya salah satu pin yang aktif ( DOSTR atau DOSTR ) untuk pengoperasian data tersebut, maka masukan DOSTR dihubungkan pada ground atau pin DOSTR pada Vcc apabila tidak digunakan.

**Address Strobe (ADS), pin 25 :**

Logika '0' pada pin ini akan menyebabkan register yang dipilih (A0 A1 A2) dan sinyal chip select (CS0, CS1, CS2) dilatch. Aktifnya pin ADS ini diperlukan bilamana sinyal pemilih register tidak stabil selama waktu durasi dari operasi pembacaan atau operasi penulisan. Bilamana tidak diperlukan masukan ADS dihubungkan dengan ground.

**Register Select (A0, A1, A2), pin 26 - 28 :**

Tiga buah sinyal masukan ini diperlukan untuk memilih salah satu dari 10 register yang terdapat dalam 8250 agar salah satu register tersebut dapat membaca atau menulis. Tabel 2.2 menunjukkan kondisi A0, A1 dan A2 untuk pemilihan 10 register tersebut. Dalam hal ini keadaan bit DLAB (Divisor Latch Acces Bit) yang merupakan MSB pada Line Control Register, menentukan pemilihan beberapa register tertentu pada 8250.

**Master Reset (MR), pin 35 :**

Logika '1' pada pin ini akan mengosongkan semua register 8250 (kecuali Receive Buffer, Transmitter Holding dan Divisor Latch Register) dan Logic Control pada 8250. Selain itu keadaan dari beberapa sinyal keluaran (seperti SOUT, OUT1, OUT2, RTS, DTR) juga dipengaruhi oleh aktifnya masukan MR. Keadaan reset 8250 ini ditunjukkan pada Tabel 2.3.

**Receiver Clock (RCLK), pin 9 :**

Masukan ini merupakan  $16 \times \text{clock baud rate}$  untuk bagian penerima pada 8250.

Clear To Send (CTS), pin 36 :

Sinyal CTS merupakan sinyal kontrol modem di mana kondisi sinyal ini dapat dipantau dengan cara CPU membaca bit 4 dari *modem status register*. Bit 0 (DCTS) dari *modem status register* menunjukkan apakah keadaan masukan CTS telah selama pembacaan modem status register berubah, interupsi akan terjadi jika *modem status interrupt* aktif.

Tabel 2.3. Kondisi A0, A1, A2 Untuk Pemilihan Register 8250

DLAB	A2	A1	A0	Register
0	0	0	0	Receiver Buffer (read) Transmitter Holding Register (write)
0	0	0	1	Interrupt Enable
x	0	1	0	Interrupt Identification (Read Only)
x	0	1	1	Line Control
x	1	0	0	Modem Control
x	1	0	1	Line Status
x	1	1	0	Modem Status
x	1	1	1	None
1	0	0	0	Divisor Latch (Least Significant Bit)
1	0	0	1	Divisor Latch (Most Significant Bit)

Serial Input (SIN), pin 40 :

Merupakan serial data yang berasal dari hubungan komunikasi serial (modem, piranti komunikasi).

Data Set Ready (DSR), pin 37 :

Logika '0' pada pin ini menunjukkan bahwa piranti komunikasi siap berkomunikasi dengan 8250. Sinyal DSR ini merupakan sinyal kontrol modem di mana kondisi sinyal ini dapat dideteksi oleh CPU dengan membaca bit ke 5 (DSR) dari register status modem. Bit 1 dari register status modem (DDSR) menunjukkan apakah sinyal DSR telah berubah selama pembacaan register

status modem. Bilamana keadaan bit DSR dari register status modem berubah, interupsi akan terjadi apabila register status modem aktif.

**Received Line Signal Detect ( RLSD ), pin 38 :**

Logika '0' pada pin ini menandakan bahwa *data carrier* telah terdeteksi oleh modem atau data set. Sinyal RLSD ini merupakan sinyal masukan kontrol modem di mana kondisi sinyal ini dapat dideteksi oleh CPU dengan membaca bit 7 (RLSD) dari register status modem. Bit 3 (DRLSD) dari register status modem menunjukkan apakah kondisi sinyal RLSD telah berubah selama pembacaan register status modem. Bilamana keadaan bit RLSD dari register status modem berubah interupsi akan terjadi jika register status modem aktif.

**Ring Indicator ( RI ), pin 39 :**

Logika '0' pada pin ini menandakan bahwa sinyal dering telepon telah diterima oleh modem atau data set. Sinyal RI ini merupakan sinyal masukan kontrol modem di mana kondisi sinyal ini dapat dideteksi oleh CPU dengan membaca bit 6 (RI) dari register status modem. Bit 2 (TERI) dari register status modem menandakan apakah sinyal masukan RI telah berubah dari logika '0' ke logika '1' selama pembacaan register status modem. Bilamana bit RI dari register status modem berubah dari 0 ke 1, interupsi akan terjadi jika interupsi status modem aktif.

**Vcc pin 40 :**

Catu tegangan sebesar 5 volt DC.

**Vss pin 20 :**

Sinyal *ground* (0 volt DC) referensi.

## PIN-PIN KELUARAN

Data Terminal Ready ( DTR ), pin 33 :

Logika '1' pada pin ini memberitahu modem atau data set bahwa 8250 siap berkomunikasi. Sinyal keluaran DTR dapat di-set aktif LO dengan memprogram bit 0 (DTR) dari register kontrol modem berlogika '1'. Ketika *master reset* terjadi sinyal DTR di-set berlogika '1'.

Tabel 2.4. Kondisi Reset Komunikasi Asinkron

Register / Signal	Reset Control	Reset State
Interrupt Enable Register	Master Reset	All Bits Low (0.3 Forced and 4.7 Permanent)
Interrupt Identification Register	Master Reset	Bit 0 is High, Bits 1 and 2 Low Bits 3-7 are permanently Low
Line Control Register	Master Reset	All Bits Low
Modem Control Register	Master Reset	All Bits Low
Line Status Register	Master Reset	Except Bits 5 and 6 are High
Modem Status Register	Master Reset	Bits 0-3 Low Bits 4-7 Input Signal
SOUT	Master Reset	High
INTRPT (RCVR Errors)	Read LSR / MR	Low
INTRPT (RCVR Data Ready)	Read RDR / MR	Low
INTRPT (RCVR Data Ready)	Read DR / Write THR/MR	Low
INTRPT (Modem Status Change)	Read MSR / MR	Low
OUT 2	Master Reset	High
RTS	Master Reset	High
DTR	Master Reset	High

Request To Send ( RTS ), pin 32 :

Logika '0' pada pin ini akan memberitahukan modem atau data set bahwa 8250 siap untuk mengirim data. Sinyal keluaran RTS ini dapat di-set aktif LO dengan memprogram bit 1 (RTS) dari register kontrol modem. Ketika *master reset* terjadi, sinyal RTS di-set berlogika '1'.

#### Output 1 ( OUT1 ), pin 34 :

Keluaran *user-designated* dapat di-set aktif LO dengan memprogram bit 2 (OUT1) dari modem control register berlogika '1'. Sinyal OUT1 di-set HI ketika operasi *master reset* berlangsung.

#### Output 2 ( OUT2 ), pin 31 :

Keluaran *user-designated* dapat di-set aktif LO dengan memprogram bit 3 (OUT1) dari register kontrol modem berlogika '1'. Sinyal OUT1 di-set HI ketika operasi *master reset* berlangsung.

#### Chip Select Out ( CSOUT ), pin 24 :

Logika 1 pada pin menandakan bahwa 8250 telah aktif dengan aktifnya masukan-keluaran CS0, CS1, CS2.

#### Driver Dissable ( DDIS ), pin 23 :

Pin ini akan berlogika '0' bilamana CPU sedang membaca data 8250. Logika '1' pada pin keluaran DDIS dapat digunakan untuk menghentikan (*disable*) transmisi keluar (eksternal) kecuali jika CPU membaca data.

#### Baud Out ( BAUDOUT ), pin 15 :

Merupakan sinyal *clock* sebesar  $16 \times \text{baud rate}$  pada bagian *transmitter* dari 8250. Besar sinyal *clock* ini sama dengan frekuensi osilator pada 8250 dibagi dengan bilangan pembagi tertentu pada *baud generator divisor latches*. BAUDOUT juga dapat digunakan pada bagian *penerima* dengan mengumpankan *pin output* ini pada *pin input* RCLK 8250.

#### Interrupt ( INTRPT ), pin 30 :

Pin ini akan aktif bilamana tipe-tipe interupsi seperti *received error flag*, *received data available*, *transmitter holding register empty* dan *modem status* mempunyai kondisi '1' dan diaktifkan melalui IER. Sinyal INTRPT ini di-reset LO ketika



sedang melayani permintaan interrupt tertentu dan ketika operasi *master reset* sedang terjadi.

### 2.7.2. PEMROGRAMAN 8250

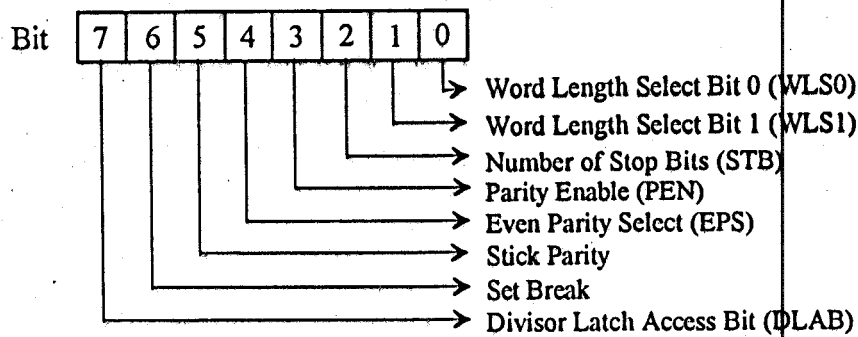
8250 mempunyai beberapa register yang dapat diakses dan diprogram sesuai dengan sistem komunikasi yang diinginkan. Pemrogram dapat mengakses atau memprogram register-register 8250 melalui CPU. Register-register tersebut dapat digunakan untuk mengontrol operasi 8250, mengirim data dan menerima data. Daftar register 8250 dan pengalamatan untuk I/O ditunjukkan pada tabel 2.5. Berikut ini adalah keterangan masing-masing register tersebut.

Tabel 2.5. Pengaksesan Register-Register 8250

I/O Port Address	Input or Output	Register Selected
3F8H	Output	Transmitter Holding Register
3F8H	Input	Receiver Data Register
3F8H	Output	Baud Rate Divisor (LSB)
3F9H	Output	Baud Rate Divisor (MSB)
3F9H	Output	Interrupt Enable Register
3FAH	Input	Interrupt Identification Register
3FBH	Output	Line Control Register
3FCH	Output	Modem Control Register
3FDH	Input	Line Status Register
3FEH	Input	Modem Status Register

#### 2.7.2.1 Line Control Register

Register ini merupakan sarana untuk memprogram format data dari sistem komunikasi serial asinkron yang diinginkan. Isi dari *Line Control Register* (LCR) ditunjukkan pada gambar 2.9. berikut



Gambar 2.9. Line Control Register.

- Bit 0 dan 1 (*Word Length Select Bit*/ WLS0 dan WLS1) Kedua bit ini menentukan jumlah bit atau dari setiap data karakter serial yang dikirimkan atau diterima 8250. Tabel 2.6 menunjukkan kombinasi bit 0 dan 1 yang menentukan jumlah bit setiap karakter.

Tabel 2.6. Kombinasi Bit 1 Dan Bit 0 Dari LCR

bit 1	bit 0	word length
0	0	5 bit
0	1	6 bit
1	0	7 bit
1	1	8 bit

- Bit 2 (*Number of Stop Bit*/STB)

Bit ini menentukan jumlah *stop bit* dari setiap data karakter yang dikirim atau diterima 8250. Jika bit 2 berlogika '0', maka jumlah *stop bit* adalah '1'. Jika bit 2 berlogika '1' dan panjang setiap data karakter 5 bit 1 maka jumlah *stop bit* adalah 1. Jika bit 2 berlogika - 2 '1' tetapi panjang data karakter 6, 7 atau 8 bit maka *stop bit* berjumlah 2.

- Bit 3 (*Parity Enable*/PEN)

Bit ini merupakan *parity enable bit* di mana logika '1' pada bit ini akan menyebabkan bit pariti dibangkitkan (pada sisi kirim) atau dideteksi (pada sisi

terima). Bit parity ini digunakan untuk menghasilkan jumlah '1' genap (*even parity*) atau ganjil (*odd parity*).

- Bit 4 (*Even Parity Select*)

Bit ini digunakan untuk memilih pariti genap atau pariti ganjil. Logika '1' pada bit 3 (PEN) dan logika '0' pada bit 4 ini merupakan pariti ganjil dan logika '1' pada bit 3 (PEN) dan logika '1' pada bit 4 merupakan pariti genap.

- Bit 5 (*Stick Parity*)

Logika '1' pada bit 5 ini dan logika '1' pada bit 3 (PEN) akan menyebabkan bit pariti dikirimkan dan kemudian dideteksi oleh penerima sebagai logika '0' bila bit 4 berlogika '1' atau sebagai logika '1' apabila bit 4 berlogika '0'.

- Bit 6 (*Set Break*)

Logika '1' pada bit ini menyebabkan serial keluaran (SOUT) berada pada kondisi SPACING (logika '0') dan tetap demikian walaupun bagian transmisi masih bekerja. Set break ini dapat dimatikan (*disabled*) dengan men-set bit 6 pada logika '0'.

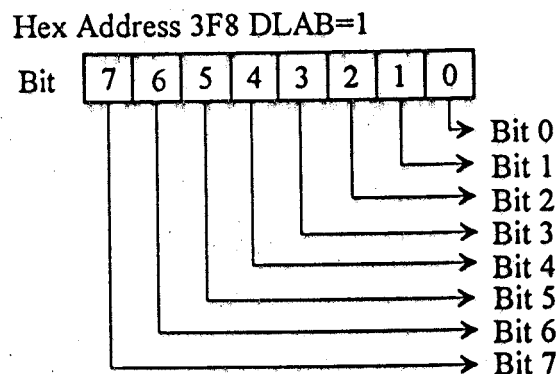
- Bit 7 (*Divisor Latch Access BitDLAB*)

Logika '1' pada bit ini menyebabkan CPU dapat mengakses *divisor latch* dari pembangkit baud rate selama operasi baca atau tulis. Ketika CPU mengakses *receiver buffer transmitter holding register* atau *interrupt enable register* bit 7 ini harus berlogika '0'.

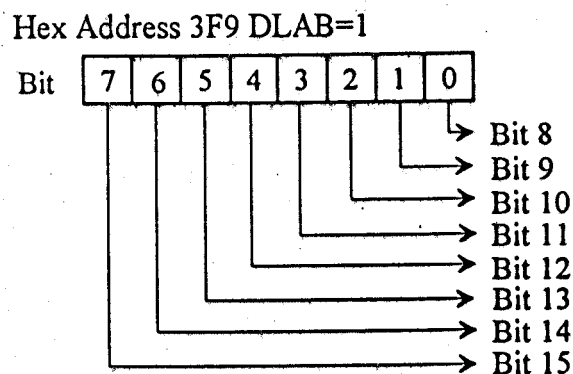
### 2.7.2.2 Divisor Latch Least/Most Significant Bit (DlL Dan DlM)

8250 berisi programmable baud rate generator yang mampu membagi *clock* masukan dengan suatu pembagi dari 1 sampai ( $2^{16} - 1$ ). Frekuensi keluaran dari baud generator sebesar  $16 \times \text{baud rate}$  (pembagi = frekuensi *clock* masukan / ( $16 \times \text{baud rate}$ )). Dua *latch register* 8 bit digunakan untuk

menyimpan pembagi dalam format 16 bit biner. *Divisor latch register* ini harus diakses selama proses inisialisasi agar operasi dari *baud rate generator* sesuai dengan yang dikirimkan. Gambar 2.10 dan 2.11 menunjukkan konfigurasi dari 16 bit *latch register*.



Gambar 2.10. Divisor Latch Least Significant Bit (DlL).



Gambar 2.11. Divisor Latch Most Significant Bit (DlM).

Frekuensi maksimum yang diperbolehkan pada *baud rate generator* 8250 adalah sebesar 3.1 MHz. Tabel 2.7 menunjukkan angka-angka pembagi yang digunakan untuk menghasilkan macam-macam *baud rate*.

Tabel 2.7. Angka-Angka Pembagi Pada Frekuensi Clock 2 Mhz

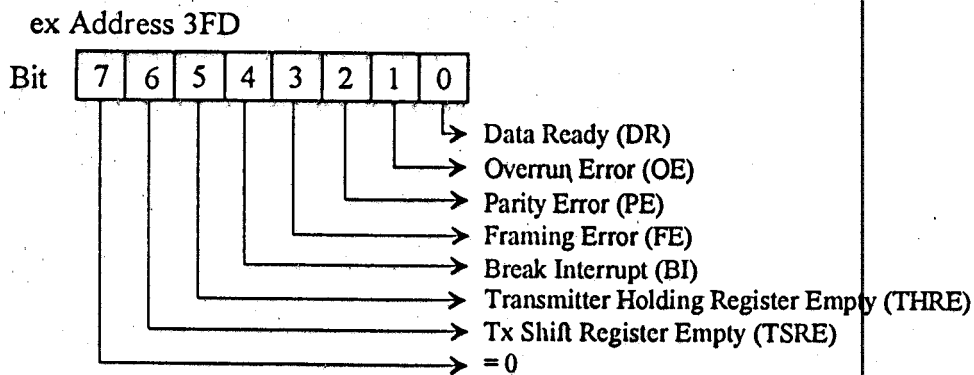
Desired Baud Rate	Value for Baud Rate Divisor Register	
	MSB	LSB
50	09H	00H
75	06H	00H
110	04H	17H
134.5	03H	59H
150	03H	00H
300	01H	80H
600	00H	C0H
1,200	00H	60H
1,800	00H	40H
2,000	00H	3AH
1,400	00H	30H
3,600	00H	20H
4,800	00H	18H
7,200	00H	10H
9,600	00H	0CH

### 2.7.2.3. Line Status Register

Register 8 bit ini memberikan informasi tentang status dari CPU yang berkaitan dengan perpindahan data. Isi *line status register* ditunjukkan pada gambar 2.12.

#### - Bit 0 (Data Ready DR)

Bit ini merupakan indikator dari *receiver data ready* (DR). Bit 0 ini akan di-set '1' bilamana karakter yang diterima sudah lengkap dan siap dikirimkan ke receiver *buffer register*. Bit '0' dapat di-reset berlogika '0' baik pada saat CPU sedang membaca data pada *receiver buffer register* atau ketika CPU menulis logika '0' pada register ini.



Gambar 2.12. Line Status Register.

- Bit 1 (Overrun Error/ OE)

Bit ini merupakan indikasi adanya overrun error. Hal ini terjadi jika data yang ada pada *receiver buffer register* belum sempat terbaca oleh CPU namun *receiver buffer register* sudah diisi lagi dengan data yang baru sehingga data yang belum sempat terbaca hilang. Bit OE akan di-reset ketika CPU membaca isi *line status register*.

- Bit 2 (Parity Error/PE)

Bit ini merupakan indikasi adanya kesalahan pariti. Hal ini terjadi bilamana data yang diterima tidak mempunyai jumlah pariti yang tepat seperti ketika di-set pertama kali (genap/ganjil). Bit ini akan berlogika '1' ketika terjadi *parity error* dan di-reset saat *line status register* dibaca.

- Bit 3 (Framing Error FE)

Logika '1' pada bit ini menunjukkan bahwa *framing error* terjadi. Hal ini terjadi jika karakter yang diterima tidak mempunyai stop bit yang tepat. Bit ini di-reset pada saat *line status register* dibaca CPU.

- Bit 4 (Break Interrupt)

Bit ini merupakan indikator terjadinya *break interrupt* atau suatu interupsi yang menghentikan. Bit ini di-reset ketika CPU membaca *line status register*.

- Bit 5 (*Transmitter Holding Register Empty /THRE*)

Bit ini menunjukkan bahwa 8250 siap menerima data karakter baru yang akan dikirim. Aktifnya bit ini dapat menyebabkan 8250 menginterupsi CPU bilamana *Transmitter Holding Register Empty* dari *Interrupt Enable Register* di-set '1'. THRE di-set '1' bila data karakter sudah ditransfer ke *transmitter shift register* dan di-reset saat *transmitter holding register* dibaca CPU.

- Bit 6 (*Transmitter Shift Register Empty/ TSRE*)

Logika '1' pada bit ini menandakan bahwa *Transmitter Shift Register* sedang menunggu adanya karakter dari *Transmitter Holding Register*. Bit ini di-reset pada saat *transmitter holding register* mengirim data ke *transmitter shift register*. Bit 6 ini merupakan bit yang hanya bisa dibaca.

- Bit 7

Bit ini selalu di-set '0'.

#### 2.7.2.4. Interrupt Identification Register

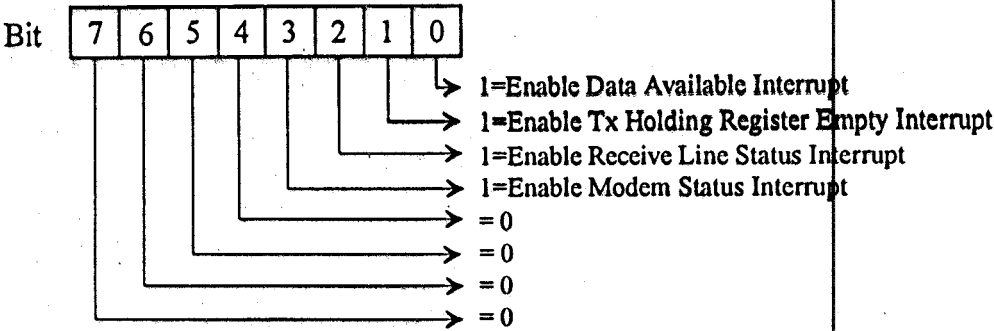
8250 merupakan rangkaian interupsi internal yang dapat dikendalikan diprogram dengan perangkat lunak. Selain itu interupsi pada 8250 ini juga dilengkapi dengan prioritas 4 tingkat (*level*) dengan urutan sebagai berikut:

Prioritas 1 : *Receiver Line Status*

Prioritas 2 : *Received Data Ready*

Prioritas 3 : *Transmitter Holding Register Empty*

Prioritas 4 : Modem Status Informasi tentang interupsi tersebut selalu dideteksi dan tipe dari prioritas interupsi disimpan pada *interrupt identification register* seperti ditunjukkan gambar 2.13. Kombinasi dari bit-bit 0, 1 dan 2 dari *interrupt identification register* ditunjukkan pada tabel 2.8, sedangkan bit 3 sampai dengan 7 selalu di-set '0'.



Gambar 2.13. Interrupt Identification Register.

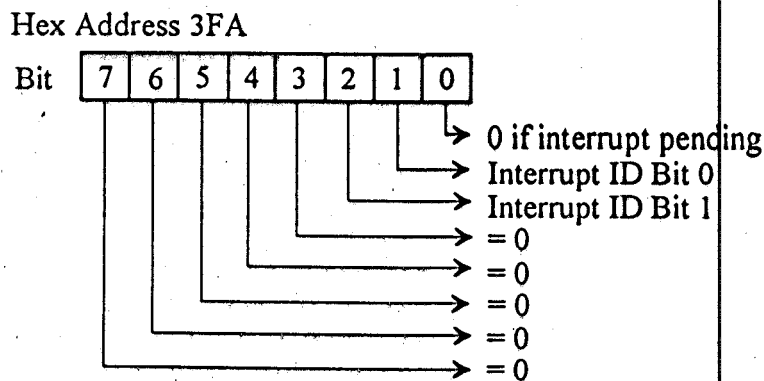
Tabel 2.8. Kombinasi Bit 0 1 Dan 2 Pada IIR

Interrupt ID reg.			Prioritas	Fungsi-fungsi Set dan Reset Interupsi		
Bit 2	Bit 1	Bit 0		Tipe Interupsi	Sumber	Kontrol reset
0	0	1	tertinggi	tidak ada	tidak ada	membaca register line status
1	1	0		receiver line status	overrun error,parity error, framing error, break interrupt	
1	0	0	kedua	receive data available	ada data di penerima	membaca register RX
0	1	0	ketiga	THRE	transmitter holding register empty	membaca register IIR atau menulis ke register TX
0	0	0	keempat	status modem	CTS, DSR, RI atau RLSD	membaca register status modem

2.7.2.5. Interrupt Enable Register (IER)

Register 8 bit ini memungkinkan keempat bentuk interupsi yang ada pada 8250 untuk secara terpisah mengaktifkan sinyal keluaran INTRPT. Selain itu lewat register ini sistem interupsi yang ada juga dapat dimatikan dengan cara me-reset bit 0 sampai bit 3 pada logika '0'. Keempat bentuk interupsi pada 8250 masing-masing dapat diaktifkan dengan cara men-set bit 0 sampai bit 3 yang sesuai dengan bentuk interupsi yang dikehendaki. Isi dari interupsi enable register ditunjukkan pada gambar 2.14.



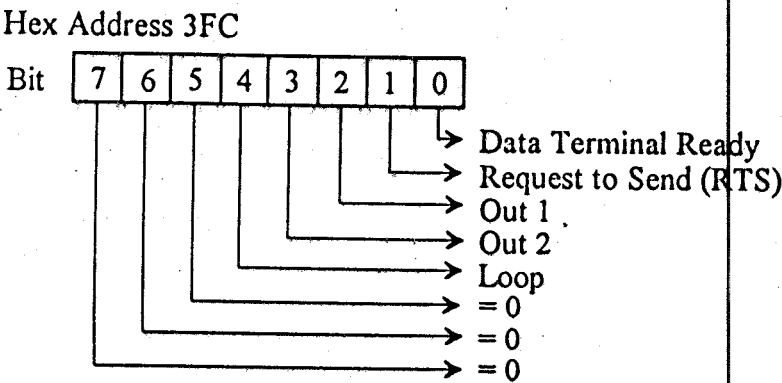


Gambar 2.14. Interrupt Enable Register.

2.7.2.6. Modem Control Register

Register ini digunakan untuk mengontrol modem. Isi dari register kontrol modem seperti pada gambar 2.15.

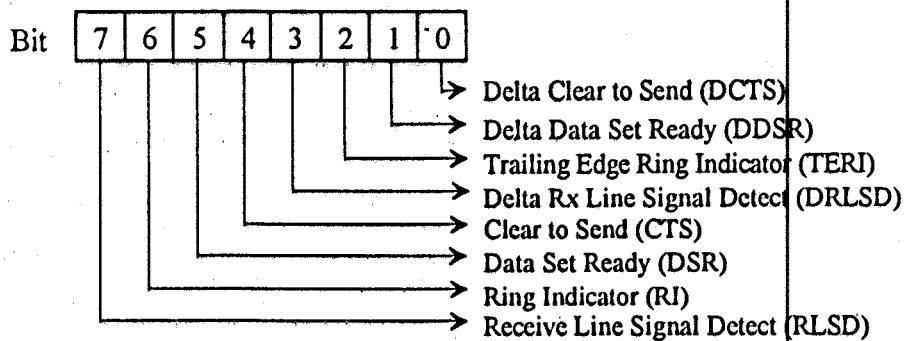
Salah satu keistimewaan dari 8250 adalah adanya kemampuan untuk dioperasikan secara *looped back*. Pada mode pengoperasian ini keluaran serial akan diterima sendiri secara internal sebagai masukan serial. Pengaturan mode ini pada bit 4 dari *modem control register*. Jika dioperasikan untuk serial komunikasi biasa bit ini di-set '0'. Namun jika dioperasikan secara *looped back* bit ini harus di-set '1'.



Gambar 2.15. Modem Control Register.

### 2.7.2.7. Modem Status Register

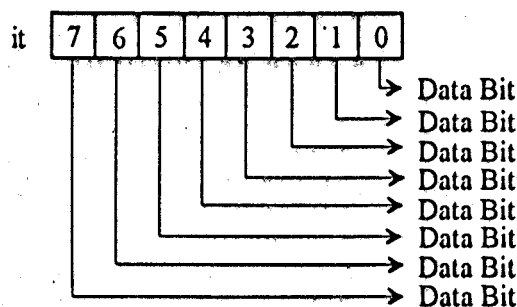
Merupakan register 8 bit yang digunakan sebagai indikator dari pin-pin pengontrol modem. Empat bit dari register status modem ini digunakan untuk memberikan informasi tentang perubahan-perubahan yang terjadi pada pin-pin pengontrol modem. Bit-bit ini akan di-set '1' bilamana ada perubahan yang terjadi dan akan di-reset '0' pada saat CPU membaca register status modem ini. Bit-bit dari register status modem ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Modem Status Register.

### 2.7.2.8. Receiver Buffer Register

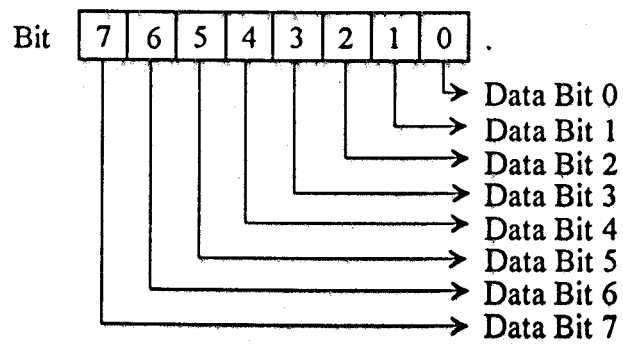
*Receiver buffer register* berisi data karakter yang diterima. Bit 0 merupakan *least significant bit* dan pertama kali diterima. *Receiver buffer register* ditunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Receiver Buffer Register.

### 2.7.2.9 Transmitter Holding Register

Transmitter holding register berisi data karakter yang akan ditransmisikan secara serial. Bit 0 merupakan *least significant bit* dan ditransmisikan pertama kali. *Transmitter holding register* ditunjukkan pada gambar 2.18.



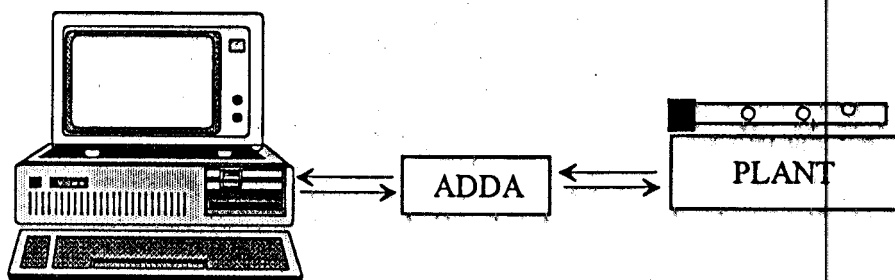
Gambar 2.18. Transmitter Holding Register.

## BAB III

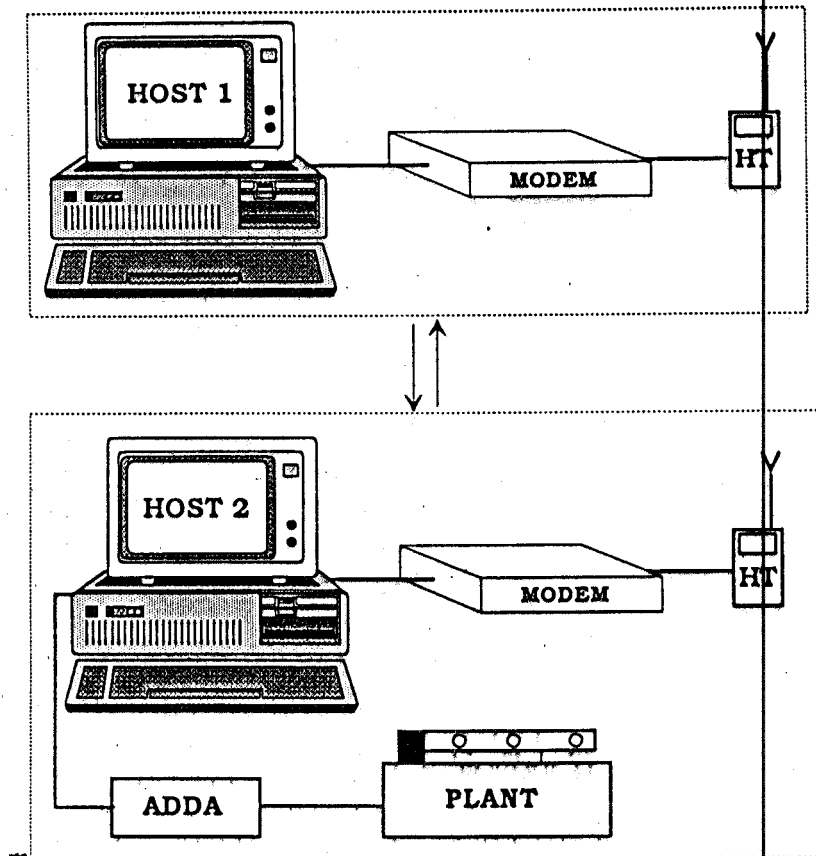
### IMPLEMENTASI SISTEM

#### 3.1. PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN

Dalam tugas akhir ini akan dirancang dua sistem. Sistem yang pertama adalah pengendalian dari personal computer (PC) langsung ke plant, sedangkan pada sistem yang kedua antara plant dengan PC dihubungkan oleh gelombang radio. PC dalam hal ini berfungsi sebagai kontroller. Jadi transmisi radio di sini berfungsi untuk mengirimkan sinyal kendali dan sinyal umpan balik. Dirancangnya dua sistem ini adalah untuk membandingkan kedua sistem tersebut. Diagram blok untuk sistem yang pertama ditunjukkan pada gambar 3.1, sedangkan untuk yang kedua ditunjukkan pada gambar 3.2. Dari gambar 3.1 nampak sistem pengaturan langsung. Sistem kedua pada gambar 3.2, di mana data biner dimodulasikan dan dikirim pada komputer pusat melalui udara.



Gambar 3.1. Sistem Pengaturan Secara Langsung.



Gambar 3.2. Sistem Pengaturan Jarak Jauh Dengan Sepasang HT.

### 3.2. PENENTUAN PENGATUR DAN PLANT

Dalam sistem pengaturan jarak jauh ini algoritma pengatur tidak ada ketentuan, akan tetapi kita sesuaikan dengan kebutuhan. Dalam tugas akhir ini dipilih dan dibahas pengaturan adaptif. Sedangkan pendekatan yang digunakan adalah *Model Reference Adaptive Control* (MRAC). Demikian juga plant yang digunakan harus kita tentukan, yaitu dengan memilih beberapa alternatif *plant* yang membutuhkan *transfer lag* yang rendah.

### 3.2.1. PENGATUR ADAPTIF MODEL REFERENSI

Sistem pengatur adaptif didefinisikan sebagai suatu sistem yang dapat mengukur penampilannya secara kontinyu, dalam hubungannya dengan suatu parameter-parameter sistem dengan suatu aksi loop tertutup sedemikian rupa sehingga keadaan optimumnya terpenuhi.<sup>6)</sup> Dari definisi tersebut maka sistem pengatur adaptif secara otomatis mengukur karakteristik dari keluaran sistem pengatur dan karakteristik proses yang dikontrol, dan atas dasar pengukuran ini, sistem mengadakan modifikasi-modifikasi sehingga penampilannya selalu optimum.

Berdasarkan penggambaran tersebut, sistem pengatur adaptif menuntut adanya tiga fungsi utama yang harus dilakukan, yaitu :

- identifikasi.
- pengambilan keputusan. keadaan optimum tertentu, dan dapat pula secara otomatis memodifikasi.
- modifikasi sinyal pengatur.

Identifikasi adalah suatu aktifitas mengukur karakteristik dinamik dari proses yang dikontrol. Dari sini dapat diketahui fungsi alih aktual dari proses atau indeks penampilan sistem, yaitu suatu besaran yang menyatakan tingkat kualitas penampilan sistem. Aktifitas inilah yang merupakan ciri utama dari sistem pengatur adaptif. Pengambilan keputusan adalah suatu aktifitas menentukan tindakan koreksi apa yang harus dilakukan, ini didasarkan atas informasi yang sudah didapat dari aktifitas identifikasi. Baru kemudian dilakukan

---

<sup>6)</sup> Davies, W.D.T., System Identification for Self Adaptive Control, London, Willey Interscience, 1970, pp.1.

modifikasi, yaitu aktifitas mengubah parameter-parameter pengatur, dengan maksud untuk mengarahkan sistem pada suatu kondisi kerja yang optimum.

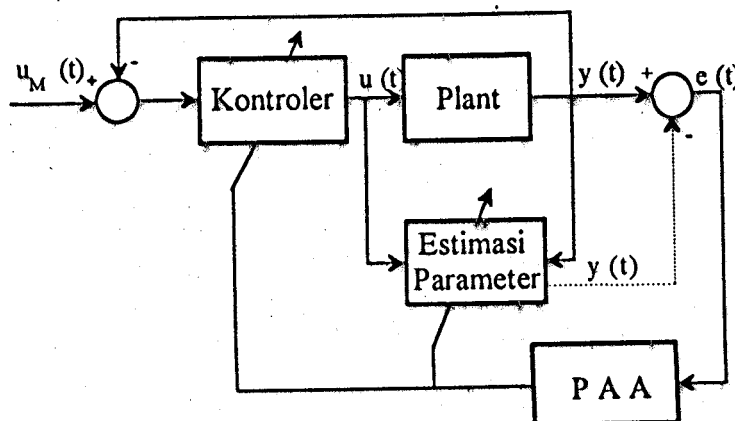
Dalam sistem pengatur adaptif telah dikenal ada tiga macam pendekatan yang biasa dipergunakan baik dalam sektor industri maupun masih dalam skala laboratorium, yaitu :

- *Gain Scheduling*
- *Model Reference Adaptive Control (MRAC)*
- *Self Tuning Control*

Untuk tugas akhir ini dipilih pengatur adaptif model referensi dengan struktur Implisit.

Pada struktur implisit MRAC, proses adaptasi dari parameter dilakukan dalam dua tahap berikut :

Pertama, estimasi parameter dari plant yang bersifat rekursif yang digunakan untuk membentuk model dari plant. Kedua, dari model yang telah didapatkan tersebut dibandingkan dengan plant real sehingga didapatkan kesalahan prediksi yang oleh mekanisme adaptasi digunakan untuk mengubah parameter dari pengatur. Seperti pada gambar 2.5.



Gambar 3.3 Implisit Mrac.

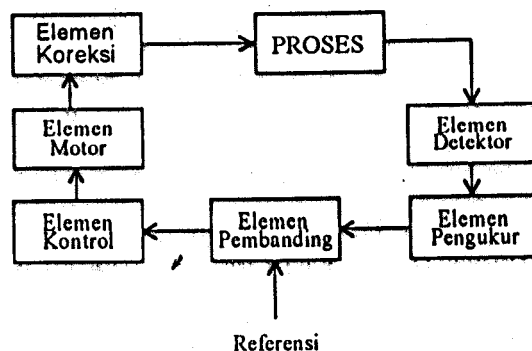
### 3.2.2. KARAKTERISTIK PLANT

*Plant* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *Process Trainer PT 326*. *Process Trainer PT 326* adalah suatu model dan simulasi dari suatu proses dan pengaturannya, yaitu pengaturan temperatur proses. Model ini memiliki karakteristik dasar yang hampir mendekati sama dengan proses sesungguhnya di mana dimungkinkan simulasi kelambanan jarak atau kecepatan (*distance and velocity lag*), kelambanan pemindahan (*transfer lag*), tanggapan sistem, pengaturan proporsional dan sebagainya. Kecepatan tanggapan relatif antara perubahan harga masukan dengan harga yang diukur pada keluaran dapat diperlihatkan dengan suatu osiloskop atau *recorder*. Pada modul ini udara diambil dari atmosfer dan oleh suatu *blower sentrifugal* udara ini dilewatkan pada suatu elemen pemanas kemudian melalui suatu tabung panjang dikeluarkan kembali ke atmosfer. Simulasi proses berlangsung dalam tabung panjang yang berupa suatu aliran udara panas dengan temperatur tertentu kemudian diukur dan dibandingkan dengan temperatur yang diinginkan pada masukan. Perbedaan yang dihasilkan akan membangkitkan suatu sinyal pengatur yang mana akan menentukan besarnya catu daya listrik pada elemen pengoreksi, yaitu suatu elemen pemanas yang dipasang dekat *blower*. Elemen-elemen pengukur dan pengatur pada modul ini menggunakan rangkaian-rangkaian penguat operasi terintegrasi (IC Op-amp) yang cukup linier dan memiliki catu daya tersendiri.



### 3.2.2.1. Gambaran Umum PT 326

Elemen-elemen dasar dari *Process Trainer* PT 326 tampak pada gambar 3.4, sedangkan untuk modul *Process Trainer* PT 326 tampak pada lampiran. Berikut ini akan dibahas gambaran umum untuk modul percobaan *Process Trainer* PT 326.



Gambar 3.4.<sup>7)</sup> Diagram Blok *Process Trainer* PT 326

#### 1. Pencatuan

Modul PT 326 ini dicatu oleh catu utama dengan tegangan 220-250 volt AC atau 110-120 volt AC yang dapat diatur pada saklar yang berada di bagian bawah panel depan. Saklar utama, indikator lampu neon, sikring 2 ampere dan 200 m. Ampere terdapat di sisi kanan dari modul.

#### 2. Panel Muka

Elemen-elemen yang terdapat di dalam modul digambarkan dengan diagram blok pada panel muka. Suatu penutup dapat dipasang pada panel muka sehingga hanya memperlihatkan penyetelan pengatur *proportional band*.

#### 3. Proses

Ungkapan ini digunakan untuk menggambarkan suatu perubahan fisika maupun kimia atau suatu konversi energi yang meliputi perubahan tekanan,

<sup>7)</sup> ....., *Process Trainer PT 326, Feedback Instrument, 1974.*

perubahan temperatur atau kecepatan suatu aliran, kecepatan reaksi proses, tinggi cairan dalam tangki dan sebagainya. Dalam hal ini temperatur udara yang mengalir dalam tabung proses mengalami kenaikan dari temperatur ruang mencapai  $60^{\circ}\text{C}$ .

#### 4. Elemen Deteksi

Suatu termistor dipasang pada ujung suatu probe yang dapat disisipkan ke dalam aliran udara panas pada salah satu lubang deteksi yang berjarak masing-masing 1.1 in (28 mm), 5.5 in (140 mm) dan 11 in (279 mm) dari elemen pemanas.

#### 5. Elemen Pengukur

*Thermistor* merupakan salah satu elemen tahanan dari suatu rangkaian jembatan tahanan yang setimbang pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Tegangan keluaran dari rangkaian jembatan dikuatkan oleh suatu penguat dc yang menghasilkan suatu tegangan yang bervariasi dari 0 sampai +10 V untuk suatu perubahan suhu dari  $30^{\circ}\text{C}$  sampai  $60^{\circ}\text{C}$ . Keluaran dari elemen pengukur ini dapat diamati melalui soket Y di bagian panel muka.

#### 6. Hasil Pengukuran dan Harga Referensi

Sinyal keluaran dari elemen pengukur dapat dibaca pada alat pengukur yang merupakan suatu voltmeter. Sedangkan harga referensi dapat diatur secara otomatis. Harga referensi ini dapat diatur secara internal maupun eksternal dengan memberikan tegangan masukan antara 0 V sampai -10 V melalui soket D di panel muka.

## 7. Harga Gangguan

Dengan mengoperasikan saklar *INTERNAL SET VALUE DISTURBANCE* akan didapat suatu gangguan fungsi step pada harga masukan secara internal.

## 8. Elemen Pembanding

Suatu *Op-Amp* penjumlah digunakan untuk membandingkan antara harga pengukuran dari rangkaian penguat jembatan dengan harga masukan referensi. Kedua sinyal tersebut mempunyai polaritas yang berlawanan, yakni tegangan negatif untuk sinyal masukan referensi dan tegangan positif untuk sinyal pengukuran.

## 9. Pengaturan Kontinyu

### 9.1. Pengaturan Internal

Pengaturan ini memberikan aksi yang sebanding dengan proporsional band yaitu harga deviasi yang akan menyebabkan keluaran dari pengatur akan bervariasi sekitar kemampuan penuh dari elemen pengatur yang diekspresikan sebagai suatu prosentasi jangkauan elemen pengukur.

### 9.2. Pengatur Eksternal

Proportional Band dapat diatur sehingga proses pengaturan dapat dilakukan oleh pengatur di luar rangkaian dari PT 326.

## 10. Elemen Aktuator

Dalam setiap proses, elemen ini menghasilkan suatu keluaran yang dapat berupa daya listrik, gerakan mekanik dan lain sebagainya di mana besar keluarannya diatur oleh elemen pengatur. Dalam PT 326 elemen aktuatornya berupa catu daya variabel yang dapat menghasilkan daya 15 sampai 80 watt

dan pemanas listrik dengan besar tahanan nominal 110 ohm. Panas yang dihasilkan tergantung daya dari daya listrik yang dihubungkan oleh *thyristor*. Catu daya ini berupa rangkaian *thyristor* dengan sudut sulut yang dapat dikendalikan. Panas yang dihasilkan dipindahkan melalui udara yang mengalir dan laju panas yang dipindahkan tergantung pada suhu yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik, kecepatan aliran udara, jumlah udara yang mengalir, temperatur ruang dan sebagainya.

### 3.2.2.2 Adda Card PCL-712

PCL-712 Multi-Lab card merupakan suatu card I/O analog/digital multifungsi yang menyediakan lima pengukuran yang dikehendaki dan berfungsi sebagai pengontrol yang menyatu pada satu board.<sup>8)</sup> Card ini mempunyai banyak kegunaan di mana terdapat 16 masukan analog, 2 keluaran analog, 16 keluaran digital, 16 masukan digital dan sebuah *time-counter* yang dapat diprogram. Disamping itu card ini menyediakan fasilitas konversi digital ke analog maupun analog ke digital dengan ukuran resolusi 12 bit yang dapat dihubungkan dengan komputer PC XT/AT. Kemampuan yang dimiliki oleh card ADDA PCL-712 adalah sebagai berikut :

- 16 masukan analog dengan resolusi 12 bit.
- 2 keluaran analog dengan resolusi 12 bit.
- *hardware successive approximate* untuk waktu konversi yang lebih cepat dan lebih teliti.
- waktu konversi analog ke digital kurang dari 30 mikro detik.
- terdapat jumper yang digunakan untuk memilih batas tegangan masukan.

---

<sup>8)</sup> ....., User's Manual PC-LabCard 12 bit, Advantech Co. Ltd., 1990, hal. 97.

- 16 saluran masukan digital.
- konversi analog ke digital dapat ditrigger dengan perangkat lunak, *pacemaker* yang dapat diprogram atau dengan pulsa-pulsa dari luar.
- 16 saluran *output digital*.
- semua saluran *output* dan *input* digital cocok dengan TTL.
- *interval timer/counter* yang dapat diprogram.
- pengiriman DMA di antara konverter A/D dan memori.

### 3.3. MODEM

Peralatan yang dipergunakan dalam komunikasi radio paket adalah modem yang dikenal dengan sebutan *Terminal Node Controller* (TNC). TNC, amat mirip dengan modem telepon karena berfungsi untuk mengirim data digital dari/ke komputer (terminal) dengan cara mengubah data tersebut ke bentuk nada-nada yang cocok untuk berkomunikasi dengan tempat yang jauh. Satu hal yang membedakan TNC dengan modem telepon yaitu adanya pin *Push To Talk*. Sebelum data dapat dikirimkan, pesawat *transceiver* harus terlebih dahulu berada pada keadaan memancar.

TNC berfungsi sebagai *Data Communication Equipment* (DCE), sedangkan komputer yang dipergunakan untuk berhubungan dengan TNC disebut *Data Terminal Equipment* (DTE). TNC yang dipergunakan amatir radio, menggunakan protokol komunikasi AX.25 (Amateur X.25).

#### 3.3.1. HUBUNGAN DTE - DCE.

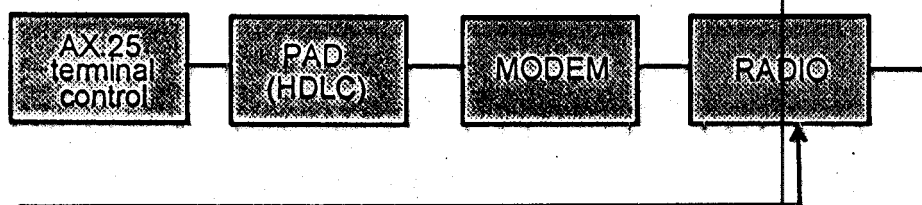
Data dikirim secara serial dari DTE ke DCE begitupun sebaliknya. Secara umum, blok diagram TNC dapat dilihat pada gambar 3.4.

Kalau dibandingkan dengan model 7 lapis *Open System Interconnect* (OSI), *Packet Assembler/Disassembler* (PAD) termasuk pada lapisan *Data Link Layer* yang berhubungan dengan *Physical Layer*. PAD sendiri adalah *framer High Level Datalink Control* (HDLC).

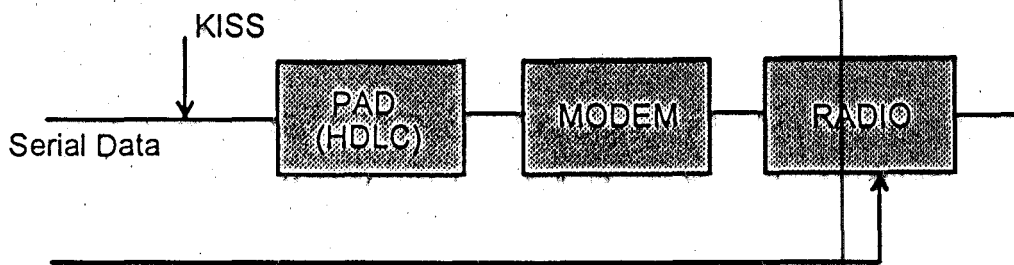
Sebagian besar TNC menggunakan perangkat keras khusus yang ditujukan sebagai PAD. Dengan cara ini, beban kerja komputer dapat dikurangi. Perangkat lunak standar TNC dibuat dengan pemikiran penggunaanya adalah manusia. Sehingga waktu diimplementasikan ke perangkat lunak komputer, banyak kesulitan yang timbul, begitupun sebaliknya.

Untuk memecahkan masalah ini, dibuat TNC dengan KISS (*Keep It Simple Stupid*), yaitu sebuah protokol yang dipergunakan untuk komunikasi antara terminal dan TNC. KISS mengeliminir sebanyak mungkin fasilitas perangkat lunak TNC, serta menyerahkan kontrol dan akses terhadap isi *frame* HDLC yang dikirim dan diterima pada program terminal. Hasil akhir blok TNC dapat dilihat pada gambar 3.5.

Dengan makin cepatnya operasi komputer saat ini, sangat mungkin untuk melakukan PAD pada sisi komputer. Proses PAD dapat dilakukan secara perangkat lunak oleh komputer yang digunakan. Sehingga perangkat keras yang kita butuhkan hanyalah modulator/demodulator (modem) saja. Komunikasi antara terminal dan modem menggunakan format data serial asinkron.



Gambar 3.5. Blok Diagram TNC.



Gambar 3.6. Blok Diagram TNC Dengan KISS.

Komponen utama dari modem yang dibuat adalah chip modem dari

*Texas Instrument*, TCM 3105.<sup>9)</sup> Chip ini memiliki kemampuan sebagai berikut :

- ✓ Single chip Frequency Shift Keying (FSK)
- ✓ Mengikuti spesifikasi Bell 202 dan CCITT V23
- ✓ Transmit Modulation 75, 150, 600 dan 1200 Baud
- ✓ Receive Demodulation 5, 75, 150, 600 dan 1200 Baud
- ✓ Operasi Half-Duplex hingga 1200 Baud, Receive dan Transmit
- ✓ Operasi Full-Duplex hingga 1200 Baud transmit, 150 Baud Receive
- ✓ On Chip Group Delay Equalization dan Filter Transmit/Receive
- ✓ Carrier Detect Level Adjustment dan Carrier Fail Output
- ✓ Catu daya +5V tunggal
- ✓ Konsumsi daya rendah
- ✓ Menggunakan teknologi CMOS

Bagian modulator terdiri dari FSK modulator, filter dan sebuah penguat. Modulator merupakan pensintesa frekuensi yang dapat diprogram dengan cara membagi frekuensi osilator (4.4336 MHz). Perbandingan pembagi diatur pada pin TRS, TXR dan TXD. Tingkat keluaran dari modulator bergantung pada tegangan catu.

Demodulator terdiri dari *low pass filter* yang dipergunakan sebagai anti alias filter, diikuti dengan sebuah tingkatan penguat yang dilengkapi dengan *Automatic Gain Control* (AGC). Bagian ini juga dilengkapi dengan *bandwidth limiter* guna menghindari interferensi *out-of-band*.

<sup>9)</sup> Texas Instrument, Telecommunication Circuits Data Book, Texas Instrument, 1993.

Demodulator merupakan *edge triggered multivibrator*, positif dan negatif. Hasilnya adalah data yang diperoleh dari transisi sinyal analog yang diterima. Komponen DC dari sinyal yang diperoleh sebanding dengan frekuensi yang diterima lalu diumpankan ke *filter switched-capacitor, low pass* dan post demodulator.

Variasi level DC terhadap frekuensi yang diterima diatur melalui pin RXB. Bias pada pin ini bergantung pada bit rate data yang diterima serta *offset internal*. Sebagian besar pekerjaan yang dilakukan adalah mengatur besar bias pada pin RXB ini.

Komponen lainnya adalah sebuah *inverter* yang dipergunakan sebagai *level translator* dari RS-232 ke TTL. *Inverter* yang dipergunakan haruslah menggunakan teknologi CMOS. Alasannya, CMOS *inverter* memiliki diode pada bagian inputnya yang berfungsi sebagai proteksi masukan.

Bagian Carrier Detect (CD) terdiri dari sebuah detektor energi dan *digital delay*. Detektor energi membandingkan besar sinyal pada keluaran filter penerima terhadap tingkat yang telah diatur pada pin CDL. Keluaran CD dilakukan pada pin CDT. Kendatipun TCM3105 mampu menghasilkan keluaran CD, perlu diingat bahwa CD yang dihasilkan hanyalah berupa perbandingan besar masukan terhadap nilai ambang yang diatur melalui pin CDL. Masukan sinyal yang cukup besar dapat menyebabkan timbulnya kesalahan membedakan data dan derau. Karenanya beberapa tindakan perlu dilakukan, antara lain, mengatur besar masukan analog yang diumpankan ke modem (pada HT dapat dilakukan dengan mengurangi besar SQUELCH), melakukan



deteksi data secara perangkat lunak sehingga aplikasi hanya menerima data yang benar saja.

Osilator dibangkitkan oleh sebuah kristal 4.433619 MHz. Kristal ini lazim dipergunakan pada pesawat penerima siaran televisi. Catu daya yang dipergunakan +5V dc tunggal yang dapat diperoleh dengan menambahkan sejumlah dioda dan regulator guna menjumlahkan arus pada pin RS232 dan meregulasi tegangan menjadi +5V. Konsumsi daya yang rendah dari komponen yang dipergunakan memungkinkan hal ini.

### 3.3.2. KONSTRUKSI

Hal yang perlu diperhatikan, tidak seperti lazimnya dijumpai pada peralatan yang berhubungan melalui jalur RS232, data dikirimkan melalui pin DTR dan diterima melalui pin CTS. Sinyal PTT diterima melalui pin RTS. Bila diperlukan sinyal CD dapat dihubungkan, dengan cara menggunakan dua buah inverter yang dipasang berurutan dengan masukan pin CDT. Pertama kita mengatur tegangan bias pada pin CDL (kira-kira 2V), lalu hubungkan modem ke port serial dan radio. Untuk *transceiver* jenis ICOM, pin PTT dihubungkan ke pin MIC melalui sebuah resistor (4k7)

Berikutnya mengatur tegangan bias pada pin RXB. Banyak cara yang dapat dipergunakan, misalnya dengan mempergunakan generator sinyal dan menghubungkan pin TX dan RX guna memperoleh rangkaian *loopback*. Karena bagian modulator dan demodulator dapat dipergunakan secara bersamaan, kita dapat membaca langsung data yang dikirim dan diterima. Dimulai dengan mengatur tegangan RXB sekitar 2V, lalu atur tegangan panjar sehingga data dapat diterima dengan benar.

### 3.3.3. INSTALASI RADIO

Sebagian besar transceiver, terutama jenis genggam (HT), memperoleh saklar PTT dengan cara menghubungkan masukan mikropon kondensor elektret tidak dapat digunakan tanpa melalui isolasi tertentu. Untuk HT produksi ICOM, mekanisme PTT diperoleh dengan cara membuat impedansi rendah pada hubungan masukan mikropon dan ground. Untuk membuat kondisi seperti ini, kita cukup membuat *jumper* J1 berada pada posisi *on*, serta menghubungkan keluaran MIC dari modem radio. Untuk mekanisme PTT pada HT jenis lain posisi *jumper* J1 *off*.

Setelah hubungan radio dan modem selesai, atur tingkatan keluaran modem agar tidak terjadi modulasi berlebihan pada radio.

### 3.3.4. PERANGKAT LUNAK

Banyak macam perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengoperasikan modem ini. Mulai dari perangkat lunak yang mampu menangani protokol *multisession* (misal TCP/IP).

Pada dasarnya, perangkat lunak yang dipergunakan bertindak sebagai PAD. Beberapa sudah dilengkapi dengan perangkat lunak terminal berbasis AX.25. Bahkan ada perangkat lunak yang memiliki fasilitas lebih lengkap, misalnya NOS (Network Operating System) dari KA9Q. Perangkat lunak ini, dulunya dikenal dengan nama NET, belakangan nama yang lebih populer adalah NOS. Perangkat lunak ini berbasis protokol TCP/IP dengan tetap menyertakan protokol AX.25 guna transmisi data via radio.

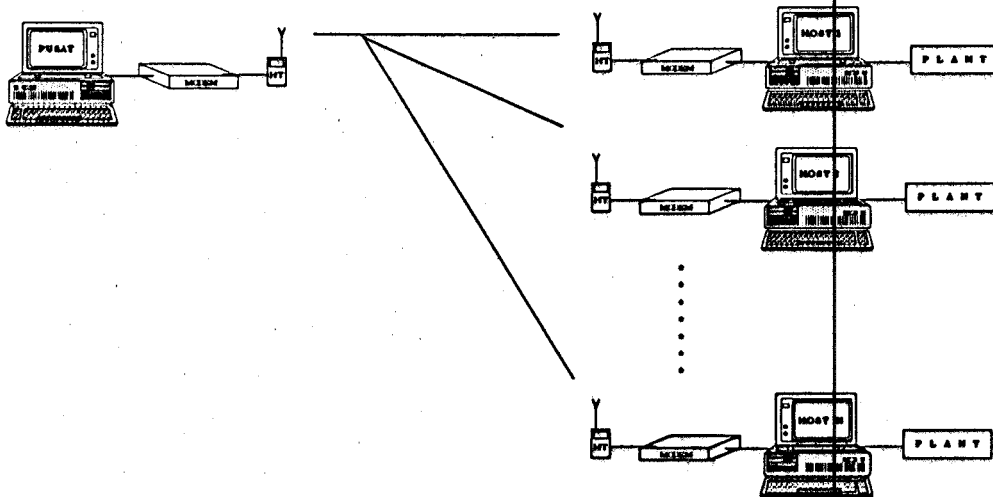
### 3.4. PERANGKAT LUNAK SISTEM

Dalam menyusun perangkat lunak sistem kendali jarak jauh kita bagi dua sistem, yaitu :

1. Perangkat yang berhubungan dengan Plant beserta pengaturnya
2. Perangkat yang mengatur dan memonitor kondisi plant secara terpusat.

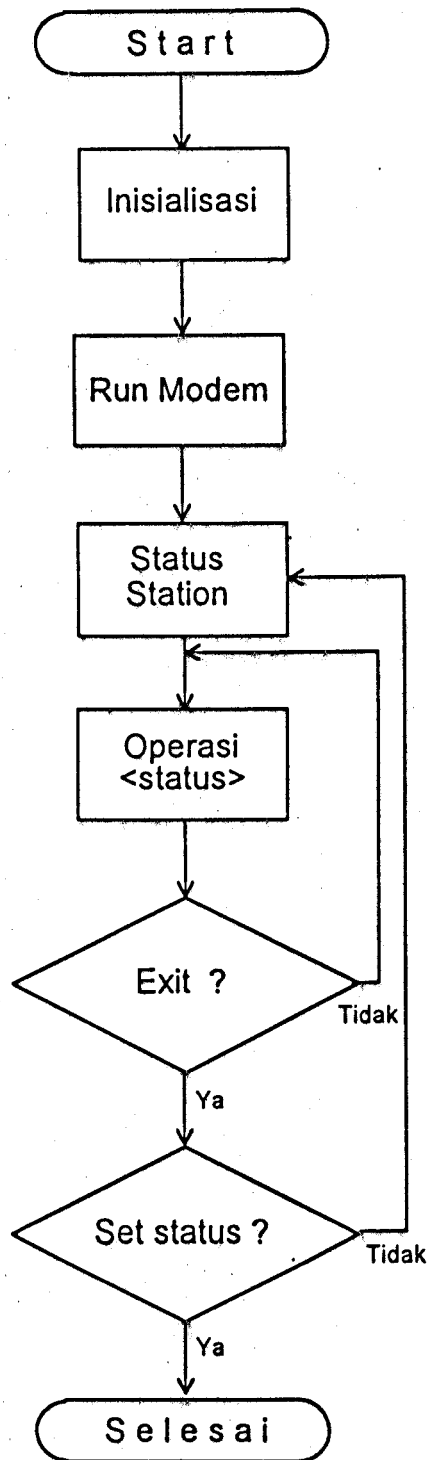
Sistem kedua ini diharapkan menangani satu atau lebih sistem yang pertama.

Adapun diagram alir dari kedua sistem adalah seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Sistem Pengaturan Jarak Jauh Keseluruhan.

Untuk pengatur adaptif MRAC digunakan simulasi sistem pengaturan adaptif dengan pemrograman Borland C++. Sedangkan untuk komunikasi data paket digunakan perangkat lunak dari KA9Q *Network Operating Systems*. Diagram alir ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Diagram Alir Program Pengaturan Jarak Jauh.

### 3.5. IDENTIFIKASI SISTEM

#### 3.5.1. PERIODE SAMPLING

Pemilihan periode sampling merupakan permasalahan mendasar dalam sistem pengaturan digital. Pemilihan periode sampling ini didasarkan pada karakteristik sinyal dan respon transien sistem. Dengan aturan *Thumb* maka selama rise time disampling 6 sampai dengan 10 kali.<sup>10)</sup>

Respon proses trainer PT326 dengan masukan step adalah seperti terlihat pada gambar 3.4 dengan

- rise time : 0.87 detik
- settling time : 1.86 detik
- delay : 0.14 detik

Dengan demikian waktu sampling yang digunakan untuk 6 sampling tiap rise time

$$T = \frac{t_r}{6} = \frac{0.87}{6} = 0.145 \text{ detik}$$

Untuk 10 sampling tiap rise time

$$T = \frac{t_r}{10} = \frac{0.87}{10} = 0.087 \text{ detik}$$

Jadi untuk 8 sampling tiap rise time didapatkan

$$T = \frac{t_r}{8} = \frac{0.87}{8} = 0.108 = 0.1 \text{ detik}$$

#### 3.5.2. STRUKTUR MODEL DAN IDENTIFIKASI

Struktur model yang dinotasikan  $M(N_a, N_b, d)$  di mana  $N_a$  adalah orde polinomial  $A(q^{-1})$ ,  $N_b$  adalah orde polinomial  $B(q^{-1})$  dan  $d$  adalah delay. Struktur model yang dipilih meliputi :

---

<sup>10)</sup>Astrom, Karl J. dan Wittenmark, Bjorn, ADAPTIF CONTROL, Addison Wesley Publishing Co., 1984, pp 178.

➤ Memilih tipe model

- ♦ model linier
- ♦ model non linier

➤ Memilih orde model ( $N_a, N_b$  dan  $d$ )

➤ Melakukan pemodelan dengan harga parameter yang berbeda-beda.

Pemilihan struktur model mempengaruhi kualitas model sistem yang akan diperoleh dari proses identifikasi. Kualitas model dapat diukur dengan proses validasi model.

Pada tugas akhir ini dalam proses identifikasi digunakan :

➤ sinyal masukan yang digunakan adalah PRBS.

Sinyal PRBS yang dieksitasikan pada proses trainer PT 326 terlihat pada gambar.

➤ struktur model yang dipilih adalah autoregressive moving average (ARMAX).

➤ metode identifikasi yang digunakan adalah variabel instrumental.<sup>18</sup>

➤ validasi model dilakukan dengan mengukur :

- ♦ varians error
- ♦ final prediction error

➤ identifikasi dilakukan dengan harga parameter-parameter ( $N_a, N_b$ , dan  $d$ ) yang berbeda dan dipilih model yang mempunyai validitas yang memadai.

### 3.5.3. HASIL IDENTIFIKASI

Hasil identifikasi untuk harga parameter-parameter ( $N_a$ ,  $N_b$  dan  $d$ ) yang berbeda terlihat pada tabel 3.1 dengan model yang diberikan oleh persamaan berikut :

$$A(q^{-1})y(k) = q^{-1}B(q^{-1})u(k) + e(k)$$

Pemilihan model adalah berdasarkan error dan tingkat kemudahan model bagi implementasi untuk keperluan pengaturan. Model yang dipilih adalah model yang mudah untuk diimplementasikan untuk pengaturan sistem disamping model tersebut masih mempunyai error yang masih bisa ditolerir.

Dari hasil identifikasi maka dipilih model ke 13, yaitu :

$$N_a = 2$$

$$N_b = 2$$

$$\text{delay} = 1$$

$$A(q^{-1})y(k) = q^{-1}B(q^{-1})u(k) \quad (3.4)$$

dengan

$$A(q^{-1}) = 1 - 1.4225 q^{-1} + 0.4656 q^{-2}$$

$$B(q^{-1}) = 0.1040 + 0.0386 q^{-1}$$

$$d = 1$$

Validasi model yang dipilih dilakukan dengan membandingkan keluaran model dengan keluaran sistem yang sebenarnya. Masukan yang digunakan adalah sinyal PRBS.

### 3.6. PERANCANGAN IMLISIT MRAC

Seperti yang telah dibahas pada bagian 3.2, maka perencanaan hukum pengaturan adaptif MRAC pada sistem pengaturan temperatur pada proses

trainer PT 326 adalah dengan menentukan persamaan polinomial  $B(q^{-1})$  harus fase minimal, yang berarti bahwa zero-nya adalah stabil. Langkah selanjutnya adalah melakukan tiga tahapan berikut :

- a. Menentukan model *plant*.
- b. Merancang sinyal pengatur  $u$  sehingga tracking dan regulasi dengan obyektif-obyektif bebas.
- c. Merancang algoritma adaptasi parameter.

### 3.6.1. MENENTUKAN MODEL PLANT

Dari Pembahasan diatas telah didapatkan model *plant* hasil identifikasi adalah seperti pada persamaan (3.4). Langkah selanjutnya adalah menentukan letak *pole-pole* sistem. Letak-letak pole ditentukan berdasarkan spesifikasi performansi yang diinginkan. Untuk sistem pengaturan temperature pada proses *trainer* PT 326 spesifikasi yang diinginkan adalah :

- overshoot : 5 %
- rise time : 0.870 detik
- settling time : 1.86 detik
- toleransi error : 1 %

Maka

- rasio redaman  $\zeta$

$$\zeta \geq 0.6 \left( 1 - \frac{5\%}{100} \right) \geq 0.57 \quad (3.5)$$

dipilih rasio redaman  $\zeta = 0.7$

- frekuensi natural

Dari persamaan (3.4) diperoleh

$$\omega_n = \frac{2.5}{t_r} = \frac{2.5}{0.87} = 2.87 \text{ rad/detik}$$



Untuk toleransi kesalahan 1% maka fungsi *envelope* respon keluarnya di dapatkan :

$$\omega_n \geq \frac{4.605}{\zeta t_s} \geq \frac{4.605}{0.7 \cdot 1.86} \geq 3.54 \quad (3.6)$$

Berdasarkan spesifikasi *rise time* dan *settling time* maka frekuensi natural dipilih

$$\omega_n = 4 \text{ rad/det}$$

Dari tabel transformasi s ke z diperoleh persamaan model sebagai berikut :

$$H(z) = \frac{0.0778 + 0.0983z}{0.66365 - 1.5904z + z^2}$$

Persamaan karakteristik sistem yang diinginkan adalah

$$P(z) = z^2 - 1.5904z - 0.663865$$

### 3.6.2. MERANCANG SINYAL KENDALI U DENGAN OBYEKTIF-OBYEKTIF BEBAS

Dari bahasan pada bagian 3.2.1 maka struktur kontrolernya seperti pada gambar 3.8 dan polinomial kontrolernya adalah sebagai berikut :

$$T(q^{-1}) = 1 + t_1 q^{-1} + \dots + t_n q^{-n}$$

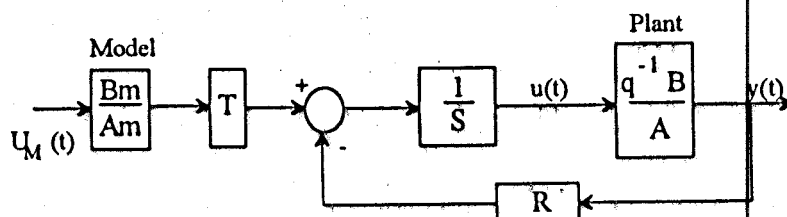
$$= 1 + t_1 q^{-1} + t_2 q^{-2}$$

$$s(q^{-1}) = s_0 + s_1 q^{-1} + \dots + s_{d-1} q^{-(d+n-1)}$$

$$= s_0 + s_1 q^{-1}$$

$$R(q^{-1}) = r_0 + r_1 q^{-1} + \dots + r_{n-1} q^{-(n-1)}$$

$$= r_0 + r_1 q^{-1}$$



Gambar 3.9 Tracking Dan Regulasi Dengan Objektif Bebas.

Sinyal kendali yang digunakan adalah seperti pada persamaan (2.20).

### 3.6.3. MERANCANG ALGORITMA PARAMETER ADAPTASI

Algoritma parameter adaptasi yang dipergunakan seperti pada persamaan (2.26) sampai dengan (2.28) dalam kenyataannya ternyata menimbulkan masalah pada perhitungan numerik yang lebih cepat yaitu algoritma yang diperkenalkan oleh *Biermen dan Thornthon* pada tahun 1977.<sup>20</sup>

Untuk itu estimator matrik kovarian (P) diubah menjadi :

$$P = U D U^T$$

di mana D adalah matrik diagonal dan U adalah matrik segitiga atas. Dengan demikian operasi matrik dapat diubah menjadi operasi vektor dan tepat untuk aplikasi *real time*.

### 3.7. SIMULASI

Sebelum hasil perencanaan diimplementasikan pada sistem riil maka hasil perencanaan tersebut perlu disimulasikan terlebih dahulu. Hal tersebut dilakukan guna menghindari kemungkinan kesalahan-kesalahan atau kekurangtelitian dalam perencanaan yang dapat berakibat fatal pada sistem real. Efektifitas dari perencanaan sistem fapat diprediksi melalui simulasi-simulasi tersebut. Setelah hasil simulasi benar maka baru hasil perencanaan tersebut diimplementasikan pada sistem riil.

Simulasi hasil perencanaan ini dilakukan dengan membuat program komputer.

Dalam simulasi ini kita akan menguji komunikasi data antara *master* dan *slave* pada jaringan komunikasi serta menguji unjuk kerja pengatur adaptif

*implisit* MRAC. Pada penatur bisa melihat respon model dari plant hasil identifikasi. Dari hasil identifikasi didapatkan fungsi alih plant adalah seperti persamaan (3.4). Sehingga dengan menggunakan persamaan model *plant* tersebut sebagai *plant* riil dapat dilakukan simulasi dari pengatur adaptif dengan harga awal dari parameternya berikut :

Untuk melihat konvergensi dari hasil simulasi dari model sistem real maka dapat dilakukan pengujian dengan perlakuan sebagai berikut :

#### 3.7.1. MEMBERIKAN HARGA AWAL PADA PARAMETER THETA

Dengan memberikan harga awal pada parameter *theta* mendekati parameter sebenarnya ternyata didapatkan hasil yang makin cepat mencapai konvergensi. Untuk harga awal parameter *theta* yang belum mendekati harga sebenarnya konvergensi lebih lambat. Jadi supaya sistem cepat mencapai konvergensi maka parameter *theta* awal harus makin mendekati parameter sebenarnya.

#### 3.7.2. MEMBERIKAN PERUBAHAN MASUKAN

Untuk melihat apakah sistem mampu mengatasi apabila terjadi perubahan masukan maka hasilnya dapat dilihat untuk masukan *unit step* dan masukan sinusoidal. Dari gambar tersebut ternyata sistem masih mampu mengatasi perubahan yang terjadi pada inputnya, baik untuk masukan *unit step* ataupun sinusoidal.

#### 3.7.3. MEMBERIKAN HARGA DIAGONAL MINIMUM

Untuk melihat pengaruh perubahan dari pemberian harga pada diagonal minimum hasilnya dapat dilihat untuk harga diagonal minimum = 0.05, dan

untuk harga diagonal minimum = 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin kecil harga dari diagonal minimum maka harga dari parameter pengaturannya makin konsisten (sesuai dengan harga sebenarnya ).

#### 3.7.4. MEMBERIKAN HARGA AWAL PADA GAIN ADAPTASI

Untuk melihat pengaruh perubahan harga awal pada gain adaptasi dapat dilihat untuk harga gain adaptasi  $P(0) = 10$ . Terlihat dari gambar tersebut bahwa harga awal gain adaptasi tidak terlalu mempengaruhi konvergensi, hal ini karena harga gain adaptasi secara natural akan cepat mengecil.

### 3.8. IMPLEMENTASI

Dari hasil pengujian konvergensi pada saat simulasi ternyata sistem yang dirancang telah mempunyai konvergensi yang baik, sehingga hasil perancangan tersebut dapat diimplementasikan pada sistem riilnya.

Hasil dari implementasi pada sistem riil adalah dengan memberikan harga awal parameter-parameternya adalah sebagai berikut :

$\theta_1 = 0.0884$	$P(0)$	$= 100$
$\theta_2 = -0.0603$	$\sigma$	$= 5$
$\theta_3 = 0.2991$	diag min	$= 0.5$
$\theta_4 = -0.2409$		

Untuk melihat hasil implementasi dari sistem riil apakah masih mampu mengatasi perubahan-perubahan yang terjadi baik dari perubahan nilai awal dari parameter-parameter sistem ataupun gangguan yang timbul dari sistem itu sendiri maupun gangguan yang dibuat dari luar sistem (seperti perubahan

bukaan katup udara) maka dapat dilakukan pengujian dengan perlakuan sebagai berikut :

#### 3.8.1. MEMBERIKAN HARGA AWAL PADA PARAMETER THETA

Dengan memberikan harga awal pada parameter *theta* mendekati parameter sebenarnya ternyata didapatkan hasil yang makin cepat mencapai konvergensinya. Untuk harga awal parameter *theta* yang belum mendekati harga sebenarnya konvergensinya lebih lambat. Jadi supaya sistem cepat mencapai konvergensinya maka parameter *theta* awal harus makin mendekati parameter sebenarnya.

#### 3.8.2. MEMBERIKAN PERUBAHAN MASUKAN

Untuk melihat apakah sistem mampu mengatasi apabila terjadi perubahan masukan maka hasilnya dapat dilihat pada masukan unit *step*, dan untuk masukan sinusoidal. Dari gambar tersebut ternyata sistem masih mampu mengatasi perubahan yang terjadi pada masukannya, baik untuk masukan unit *step* ataupun sinusoidal.

#### 3.8.3. MEMBERIKAN HARGA DIAGONAL MINIMUM

Untuk melihat pengaruh perubahan dari pemberian harga pada diagonal minimum hasilnya dapat dilihat untuk harga diagonal minimum = 0.05, dan untuk harga diagonal minimum = 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin kecil harga dari diagonal minimum maka harga dari parameter pengaturannya makin konsisten (sesuai dengan harga sebenarnya ). Sedangkan semakin besar harga diagonal minimum terlihat bahwa sistem masih beregulasi,

hal ini karena dengan harga gain adaptasi yang besar maka sistem akan cepat tanggap terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungannya.

#### **3.8.4. MEMBERIKAN HARGA AWAL PADA GAIN ADAPTASI**

Untuk melihat pengaruh perubahan harga awal pada gain adaptasi dapat dilihat untuk harga gain adaptasi  $P(0) = 1000$  dan dengan harga gain adaptasi  $P(0) = 10$ . Terlihat dari gambar tersebut bahwa harga awal gain adaptasi tidak terlalu mempengaruhi konvergensi, hal ini karena harga gain adaptasi secara natural akan cepat mengecil.

#### **3.8.5. MEMBERIKAN GANGGUAN PADA PLANT**

Untuk melihat pengaruh gangguan terhadap sistem dapat dilihat hasil, di mana gangguan yang diberikan disini adalah berupa perubahan besarnya bukaan katub udara. Dari gambar tersebut terlihat bahwa sistem lambat dalam mengatasi perubahan gangguan.

## BAB IV

### ANALISA ALAT

#### 4.1. PENGHITUNGAN WAKTU TRANSMISI

Untuk menghitung waktu transmisi digunakan perintah-perintah pada perangkat lunak jaringan radio paket yang disebut KA9Q dari *Internet Software*. Penghitungan waktu terdiri dari waktu kirim lewat udara ditambah waktu delay push to talk (PTT). Dimulai dari terminal pertama (host 1) mengirim sinyal berupa karakter dan diterima terminal kedua (host 2), kemudian terminal kedua memberi jawaban dan diterima oleh terminal pertama, akhirnya dihitung waktunya.

Untuk mengetahui waktunya digunakan perintah "ping", yaitu :

`ping <host>`

di mana :

host adalah nama address dari terminal lawan (host 2).

Perintah ini digunakan untuk melihat jika terminal lawan sedang mengudara (on air).

contoh :

`ping 223.220.14.100`

Di sini 223.220.14.100 adalah alamat host 2. kemudian host 2 menjawab dan diterima oleh host 1.

223.220.14.100 : rtt 1980

223.220.14.100 : rtt 2050

223.220.14.100 : rtt 1850

Beberapa contoh jawaban di atas menunjukkan bahwa waktu yang dilalui data adalah 1.98 detik, 2.05 detik, dan 1.85 detik.

Jadi setelah beberapa analisa data jawaban ternyata rata-rata dibutuhkan waktu 2 detik untuk mengirim data bolak-balik.

#### **4.2. PERHITUNGAN FREKUENSI MODULASI**

Dari analisa osiloskop di dapat sinyal modulai pada saat sinyal digital *high* '1' frekuensi 3125 Hz dan sinyal *low* '0' menggunakan frekuensi 6250 Hz.

Foto susunan *hardware* berada pada lampiran A.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

---

#### **4.1 KESIMPULAN**

1. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa jaringan paket radio bisa dipergunakan sebagai media pengaturan jarak jauh (wireless).
2. Sistem pengaturan jarak jauh wireless ini akan memberi keuntungan bagi industri, khususnya untuk tujuan-tujuan khusus yang tidak bisa dijangkau oleh jaringan kabel.
3. Sistem pengaturan jarak jauh ini bisa menggunakan protokol TCP/IP atau yang lain.
4. Kecepatan Modem disesuaikan dengan kebutuhan terminal, baik plant maupun pengatur yang dipergunakan.
5. Pengiriman data membutuhkan waktu delay pada saat transmit, sehingga waktu keseluruhan tidak bisa mengikuti algoritma pengatur, jadi terminal supervisor tidak mengatur secara langsung, tetapi memantau dan memperbaiki kondisi pengaturan plant di terminal yang jauh.

## 4.2 SARAN-SARAN

1. Dalam tugas akhir ini terdapat kendala berupa waktu delay yang sangat mempengaruhi proses pengiriman sinyal-sinyal data. Untuk pengembangan lebih lanjut disarankan menggunakan algoritma optimasi pada pemrosesan sinyal.
2. Sistem pengaturan *wireless* dalam buku ini masih bisa dikembangkan pada jaringan yang lebih luas, tidak hanya satu master satu slave. Kita bisa menggunakan banyak master, dan tiap master membawahi beberapa slave, yang dikenal dengan *supervisory control*.
3. Plant yang digunakan bisa diganti proses-proses lain, dengan menyesuaikan *speed* modem yang dipakai.

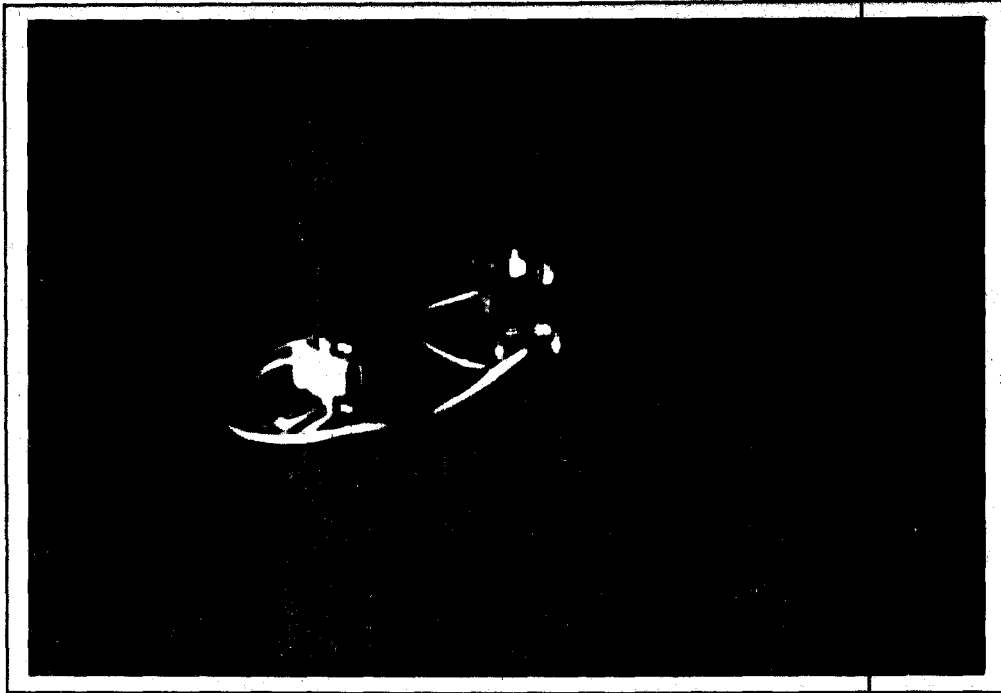
## DAFTAR PUSTAKA

---

1. Astrom, Karl J. dan Wittenmark, Bjorn, "Adaptive Control", Addison Wesley Publishing Co., 1984.
2. Black, Uyles D., "Data Communications And Distributed Networks", Prentice-Hall International, New Jersey, 1993.
3. Davies, W.D.T., "System Identification for Self Adaptive Control", London, Willey Interscience, 1970.
4. Ford, Gary E., "Beginner's Guide to TCP/IP on the Amateur Packet Radio Network Using the KA9Q Internet Software", Gary E. Ford, 1992.
5. Franklin, Gene F. dan Powell, J. David, "Digital Control Of Dinamic Systems", Addison Wesley Publishing Co., 1981.
6. Hall, Douglas V., "Microprocessor and Interfacing : Programming and Hardware", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.
7. Landau, Ioan Dore, "System Identification and Control Design", Prentice-Hall. Inc., Eaglewood Clifs, N.J., 1990.
8. Ogata, K., "Modern Control Engineering", Prentice Hall Inc., Eaglewood Clifs, N.J. USA, 1970.
9. Ogata, K., "Discrete Time Control System", Prentice Hall Inc., Eaglewood Clifs, N.J., USA, 1986.
10. Paul, Bates, P. Eng., "Practical Digital and Data Communications with LSI Application", Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1987.

11. Rangan, CS., "Instrumentation : Device and Systems", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.
12. . . . . , "Process Trainer PT 326", Feedback Instrument, 1974.
13. . . . . , "Telecommunications Circuit Data Book", Texas Instruments Inc., Dallas Texas, 1993.
14. . . . . , "User's Manual PC-LabCard", Advantech Co. Ltd., Taiwan, 1990.

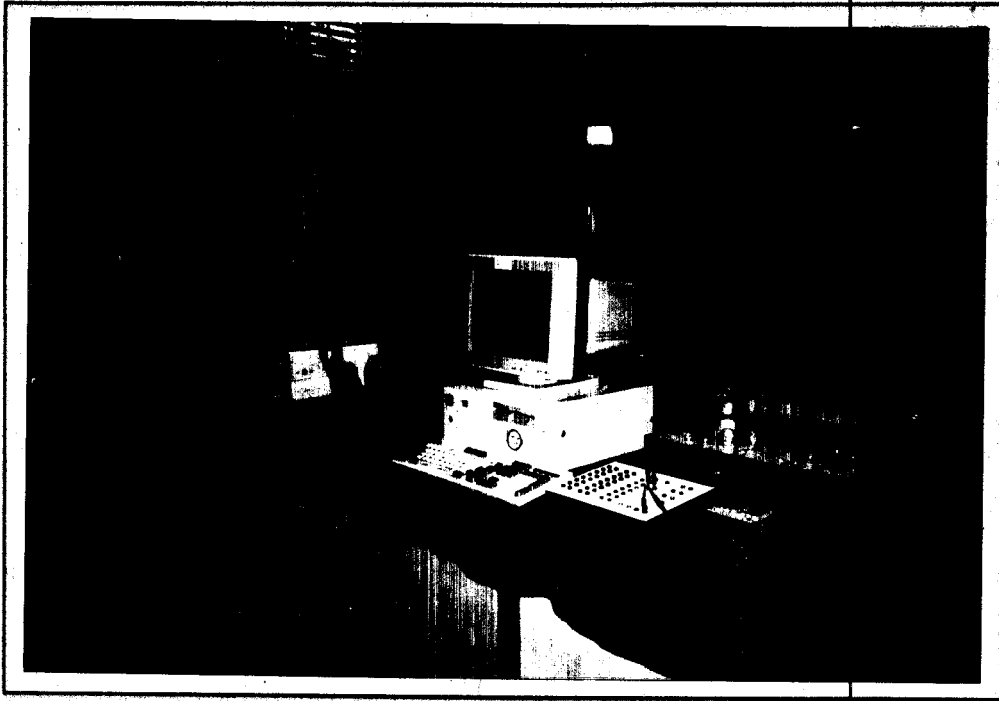
## LAMPIRAN A



Gambar A.1 Rangkaian Jadi MODEM.



Gambar A.2 Susunan Terminal Jaringan.



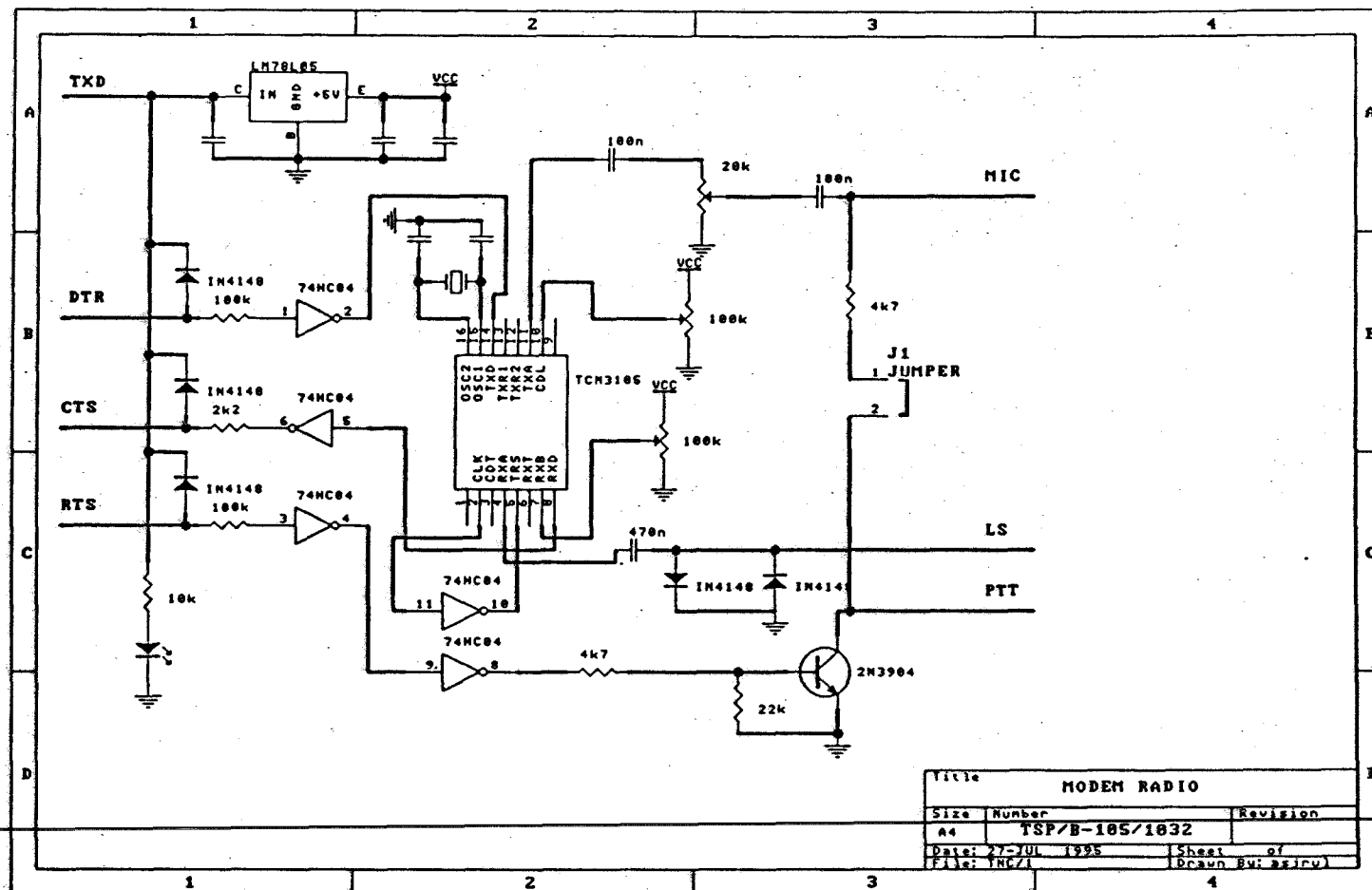
Gambar A.4 Keseluruhan Sistem Pengaturan Jarak Jauh.

# LAMPIRAN B

Tabel Hasil Identifikasi.

No.	Nilai									
	a1	a2	a3	b1	b2	b3	d	FPE	var res	FPE - var
1	-1.0076	-	-	0.0343	-	-	1	0.0315	1,782.88	56.095
2	-0.9873	-	-	0.0558	-	-	2	0.0288	702.06	20.214
3	-0.9884	-	-	0.026	-	-	3	0.0339	770.54	26.125
4	-0.9652	-	-	0.085	0.0547	-	1	0.0184	641.05	11.788
5	-0.9672	-	-	0.0809	0.0262	-	2	0.0291	690.17	20.055
6	-0.9827	-	-	0.0333	0.0074	-	3	0.0349	802.47	28.055
7	-0.9392	-	-	0.1074	0.0796	0.0264	1	0.0181	699.07	12.632
8	-0.9584	-	-	0.0891	0.035	0.0087	2	0.0303	731.77	22.164
9	-0.9813	-	-	0.0347	0.0878	0.0014	3	0.0354	812.11	28.726
10	-2.5221	1.5854	-	0.1496	-	-	1	0.0847	1,212.24	102.729
11	-1.4455	0.4616	-	0.0401	-	-	2	0.0296	691.3	20.449
12	-1.3021	0.3094	-	0.0093	-	-	3	0.0299	672.36	20.096
13	-1.4225	0.4656	-	0.104	0.0386	-	1	0.0203	648.76	13.246
14	-1.2652	0.2875	-	0.0547	0.0095	-	2	0.0285	683.61	19.484
15	-1.3211	0.3279	-	0.0056	-0.0011	-	3	0.0321	669.72	21.447
16	-1.2927	0.3392	-	0.1061	0.0509	0.0057	1	0.0201	598.35	12.016
17	-1.3391	0.3588	-	0.0494	0.0033	-0.0017	2	0.031	711.29	22.011
18	1.7038	-2.576	-	0.2818	0.101	0.0264	3	0.3384	840.9	284.558
19	-1.6494	1.1157	-0.4467	0.0831	-	-	1	0.0286	730.47	20.911
20	-1.4672	0.5626	-0.0819	0.0364	-	-	2	0.0317	678.46	21.538
21	-1.1568	0.1148	0.0518	0.0147	-	-	3	0.0334	718.67	24.006
22	-1.4204	0.5244	-0.0642	0.1022	0.0367	-	1	0.0213	620.05	13.178
23	-1.1383	0.1096	0.0562	0.071	0.0141	-	2	0.0305	696.96	21.221
24	-33.5454	42.6246	-10.1676	-1.7631	-0.2139	-	3	31.6902	688.76	2,182.634
25	-1.4102	0.5146	-0.0639	0.1024	0.0376	0.0006	1	0.0212	619.53	13.143
26	-23.6071	28.6399	-7.0613	-2.3019	-1.1609	-0.1387	2	10.0248	597.94	59,994.36
27	-1.2396	1.1411	-0.8391	0.169	0.0741	0.0239	3	0.0548	784.14	42.966

B-2





11 NOV 1993

EE 1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa : ASJRUL HILAL  
Nomor Pokok : 288 220 1032  
Bidang Studi : Teknik Sistem Pengaturan  
Tugas diberikan : Nopember 1993  
Dosen Pembimbing : DR.Ir.Moch. Rameli  
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM  
TELECONTROL PLANT DENGAN PENGATUR  
ADAPTIF.

**Uraian Tugas Akhir :**

Sistem pengaturan adaptif adalah suatu sistem yang dapat mengukur penampilan secara kontinyu untuk suatu keadaan optimum tertentu, dan dapat secara otomatis memodifikasi parameter-parameter sistem sehingga keadaan optimumnya terpenuhi. Dengan berkembangnya teknologi diperlukan sistem pengaturan pada plant jarak jauh dengan media transmisi udara, hal ini terjadi apabila proses yang dikendalikan tidak memungkinkan untuk dihubungkan dengan media kabel. Sinyal masukan dan keluaran pada plant dikirim dan diterima oleh kontroller adaptif melalui gelombang radio untuk diatur penampilannya secara kontinyu pada keadaan optimum tertentu. Untuk memenuhi keadaan tersebut perlu dirancang suatu sistem yang mengubah sinyal masukan maupun sinyal keluaran pada plant menjadi sinyal-sinyal radio atau sebaliknya.

Surabaya, 6 Nopember 1993

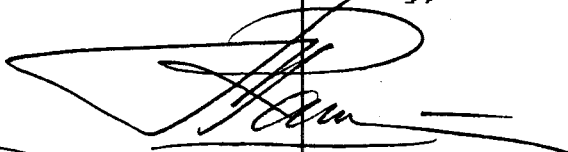
Mengetahui

Koordinator Bidang Studi  
Teknik Sistem Pengaturan



(DR.Ir. Moch. Rameli)  
NIP. 130 938 507

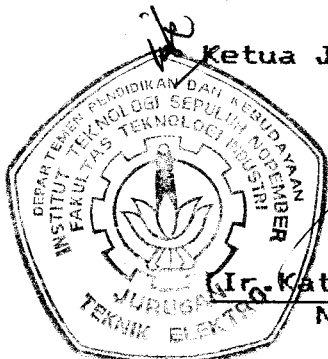
Dosen Pembimbing,



(DR.Ir.Moch. Rameli)  
NIP. 130 938 507

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
FTI - ITS



(Ir. Katjuk Astrowulan, MSEE)  
NIP. 130 687 438

## USULAN TUGAS AKHIR

---

A.JUDUL TUGASAKHIR : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM  
TELECONTROL PLANT DENGAN PENGATUR  
ADAPTIF

B.RUANG LINGKUP : - Teknik State Variabel.  
- Sistem Pengaturan Digital.  
- Sistem Pengaturan Proses.  
- Elektronika Pengaturan.  
- Instrumentasi dan Telemetry.  
- Sistem Pengaturan Optimal.  
- Sistem Penyaringan Optimal.

C.LATAR BELAKANG : Sistem pengaturan adaptif adalah suatu sistem yang mampu menyesuaikan dengan perubahan-perubahan lingkungan yang tidak dapat diramal, yang timbul di dalam sistem maupun di luar sistem. Jika fungsi alih dari plant dapat diidentifikasi secara kontinyu, maka dapat dilakukan kompensasi variasi fungsi alih plant dengan cara mengubah parameter controller yang dapat diatur sehingga secara kontinyu dapat diperoleh performansi sistem yang baik pada berbagai kondisi lingkungan.

Plant yang dikendalikan terletak berjauhan dengan kontroller sehingga komunikasi dilakukan melalui media transmisi gelombang radio.

Untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan suatu sistem pengaturan yang dirancang, maka suatu eksperimen terhadap sistem pengaturan tersebut perlu dilakukan. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan suatu simulator yang menggambarkan sistem.

**D.PENELAAHAN STUDI** : Dalam tugas akhir ini akan dibahas model matematik plant yaitu Process Trainer PT 326 untuk mendapatkan sistem pengendali adaptif, dengan kontroller digital berupa PC. Kontroller ini menerima sinyal keluaran plant dari sebuah modem yang terhubung dengan panel pada PC (demodulasi). Demikian juga sebaliknya sinyal masukan plant sebelum ditransmisikan dikonversi oleh modem. Sebuah modem dengan pemancar (Tx) dan penerima (Rx) akan menghubungkan plant dengan kontroller. Sebelum sinyal masuk ke plant atau keluar terlebih dahulu dikonversi, karena plant

menggunakan sinyal analog. DA Converter untuk konversi sinyal ke analog (sinyal masukan) dan AD Converter untuk sinyal keluaran menjadi sinyal digital.

#### E. TUJUAN

:

- Mempelajari penggunaan media transmisi gelombang radio untuk pengaturan plant jarak jauh.
- Mengetahui unjuk kerja controller adaptif dengan pemakaian media transmisi gelombang radio sebagai komunikasi dengan plant.
- Implementasi pada plant.

#### F. LANGKAH-LANGKAH

:

1. Studi literatur.
2. Pemodelan sistem Pengendalian Adaptif.
3. Perancangan controller dan sistem komunikasinya.
4. Implementasi dan analisa.
5. Penulisan naskah.

#### G. RELEVANSI

:

Dengan menggunakan controller adaptif akan memperbaiki aksi pengontrolan pada plant. Dan penempatan plant bisa fleksibel sesuai kebutuhan. Hal ini bisa diterapkan pada proses atau plant

yang tidak memungkinkan menggunakan komunikasi kabel.

H.JADWAL KEGIATAN : Diharapkan seluruh kegiatan selesai dalam jangka waktu enam bulan, dengan jadwal sebagai berikut:

No	Kegiatan	bulan ke					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi literatur	///	///				
2	Pemodelan sistem		///	///			
3	Perancangan			///	///	///	
4	Implementasi					///	///
5	Penulisan naskah				///	///	///

## RIWAYAT HIDUP

---



Asjrul Hilal dilahirkan di Malang 10 April 1969. Putra kedua dari tujuh bersaudara, bertempat tinggal di Jl. Kaliurang 194 Malang. Tahun 1988 mulai kuliah di Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya.

### Riwayat Pendidikan :

- ♦ TK Margo Basuki III Rampal Celaket Malang.
- ♦ SDN 30 Rampal Celaket II Malang lulus pada tahun 1982.
- ♦ SMPN 5 Malang lulus pada tahun 1985.
- ♦ SMAN I Malang lulus pada tahun 1988.

Pada bulan Juli tahun 1995 mengikuti seminar dan ujian Tugas Akhir di Bidang Studi Sistem Pengaturan, Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro.